



Eidgenössische Kommission für Strahlenschutz
Commission fédérale de radioprotection
Commissione federale della radioprotezione

Séminaire de radioprotection - Strahlenschutz Seminar 19.6.2015 UniS Bern, Schanzeneckstrasse 3

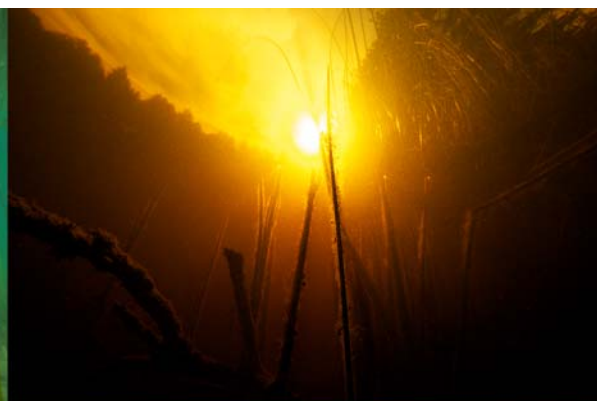
Recueil des présentations - Vorträgensammlung

*La radioactivité dans les milieux aquatiques
Radioaktivität in aquatischen Systemen
Radioactivity in aquatic environments*

Lac de Neuchâtel



Etang de la Gruère, Jura




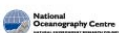


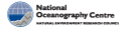







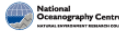




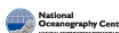















Sense, Freiburg

Verzasca, Ticino

Photos: Michel Roggo

Programme / Program

8h30 – 9h00	<i>Welcome Coffee</i>
9h00 – 9h15	Begrüssung und Einführung ins Thema R. Charrière , <i>Directeur suppléant de l'OFSP</i>
9h15 – 10 h00	“Sources of Radionuclides, Chemical Speciation and its Role in the Dispersion of Radioactive Species in the Environment“ Prof. Dr. Phil Warwick , <i>University of Southampton, Ocean and Earth Science, National Oceanography Centre</i>
10h00 - 10h30	“Réglementation suisse et internationale pour les milieux naturels et la production d’eaux de boisson“ Dr. Sybille Estier , <i>BAG</i>
10h30 - 10h55 <i>Pause-café</i>	
10h55 - 11h25	“Sorgen und Anliegen der Wasserproduzenten in Bezug auf die Radioaktivität im Wasser“ Richard Wülser , <i>IWB Basel</i>
11h25 - 11h55	“Surveillance des radionucléides dans les eaux“ Dr. Philippe Steinmann , <i>BAG</i>
11h55 - 12h25	“Anthropogenic impact, fate and transport of uranium“ Prof. Dr. Rizlan Bernier-Latmani , <i>EPFL</i>
12h25 - 12h55	"Hot spots in Schweizer Grundwässern" Dr. Heinz Surbeck , <i>Nuclfilm GmbH</i>
12h55 - 14h10 <i>Lunch</i>	
14h10 – 14h40	“Flüssige Abgaben aus Kernkraftwerken“ Dr. Joachim Löhle , <i>ENSI</i>
14h40 – 15h10	“Alarmierung und Schutzmassnahmen“ Dr. Anna Leonardi , <i>NAZ</i>
15h10 - 15h40	“Neue Ansätze aus der Grundlagenforschung zur Dekontaminierung von Wässern“ Prof. Dr. A. Türler , <i>UNI Bern</i>
15h40 - 16h30	Table ronde Andreas Türler & Jean-Luc Loizeau und alle Redner
16h30- 16h40	Conclusions du séminaire Prof. Dr. Francois Bochud , <i>CHUV</i>

<p style="text-align: center;">Sources of Radionuclides, Chemical Speciation and its Role in the Dispersion of Radioactive Species in the Environment</p> <p style="text-align: center;">Phil Warwick</p> <p style="text-align: center;">    </p>	<p style="text-align: center;">Content</p> <ul style="list-style-type: none"> • Who am I? • What is speciation? • Why is it important? • What is the speciation in atmospheric discharges? • What is the speciation in aqueous discharges? • How does speciation change in the environment? • Case studies <p style="text-align: center;">    </p>												
<p style="text-align: center;">GAU-Radioanalytical</p> <div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 10px;"> <p>Part of University of Southampton, UK</p> <p>Located at the National Oceanography Centre, Southampton</p> <p>Commercial consultancy</p> <p>Environmental & radioanalytical research group</p> <p>9 staff (including 3 professors)</p> <p>5 postgraduate students</p> </div> </div> <p style="text-align: center;">    </p>	<p style="text-align: center;">Role of the GAU</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 15%;"> <p style="text-align: center; background-color: #e6f2ff;">Research & Development</p> <p style="font-size: 8px;">Research in: Novel separation chemistries Radioanalytical techniques Instrument development Validation</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 15%;"> <p style="text-align: center; background-color: #ffe6e6;">Consultancy services</p> <p style="font-size: 8px;">Advice on sampling strategy & analytical parameters to: Government Agencies Nuclear industry Decommissioning services Waste disposal operators</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 15%;"> <p style="text-align: center; background-color: #e6f2ff;">Analytical services</p> <p style="font-size: 8px;">Commercial services to industry Radiochemical analysis Elementary compliance checks Optimise & interpretations</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 15%;"> <p style="text-align: center; background-color: #e6f2ff;">Industry training</p> <p style="font-size: 8px;">Specialist training programmes CPD training Specialist analytical training End user awareness Guidance manuals KTS schemes</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 15%;"> <p style="text-align: center; background-color: #e6f2ff;">PhD training</p> <p style="font-size: 8px;">MSc & Industry funded studentships Current research: Nuclear forensics Lab automation PSC technologies Environmental geochem Microspectrometry Dissolve</p> </div> </div> <p style="text-align: center;">    </p>												
<p style="text-align: center;">Research at GAU</p> <ul style="list-style-type: none"> - Environmental process studies (geochemistry/radiochemistry/dating) - Novel adsorbent technologies for PRBs - Radioanalytical method development - Instrument developments (e.g. Pyrolyser extraction furnace) - High precision / high sensitivity mass spectrometry - Radioactive waste characterisation - Nuclear forensics - Automation of analytical techniques <p style="text-align: center;">    </p>	<p style="text-align: center; background-color: #e6f2ff; padding: 10px;">What is speciation?</p> <p style="text-align: center;">    </p>												
<p style="text-align: center;">Definition of speciation</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; text-align: center; margin: 10px auto; width: 80%;"> <p>Distribution of an element amongst defined <u>chemical species</u> in a system (IUPAC)</p> </div> <p style="text-align: center;">    </p>	<p style="text-align: center;">Types of speciation</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr style="background-color: #4a7ebb; color: white;"> <th>Compound</th> <th>Free ions</th> <th>Complexed ions</th> <th>Particulate</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Molecular compound incorporating radionuclide CO₂, CH₄, COS</td> <td>Oxidation state Tc⁴⁺ / TcO₄⁻ U⁴⁺ / UO₂²⁺</td> <td>UO₂(CO₃)₂²⁻ Humates / fulvates</td> <td>Physiosorption Chemisorption Ion exchange Host particle size</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">    </p>	Compound	Free ions	Complexed ions	Particulate					Molecular compound incorporating radionuclide CO ₂ , CH ₄ , COS	Oxidation state Tc ⁴⁺ / TcO ₄ ⁻ U ⁴⁺ / UO ₂ ²⁺	UO ₂ (CO ₃) ₂ ²⁻ Humates / fulvates	Physiosorption Chemisorption Ion exchange Host particle size
Compound	Free ions	Complexed ions	Particulate										
													
Molecular compound incorporating radionuclide CO ₂ , CH ₄ , COS	Oxidation state Tc ⁴⁺ / TcO ₄ ⁻ U ⁴⁺ / UO ₂ ²⁺	UO ₂ (CO ₃) ₂ ²⁻ Humates / fulvates	Physiosorption Chemisorption Ion exchange Host particle size										

Oxidation states

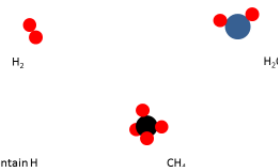
Cs	+1
Tc	+4, -7
Th	+4
U	+4, +6
Np	+3, +5
Pu	+3, +4, +5, +6
Am	+3

UNIVERSITY OF
Southampton

National
Oceanography Centre

GAU

Molecule



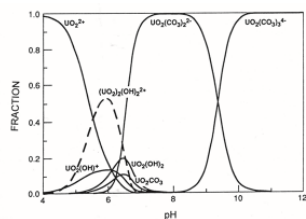
All molecules contain H
All could incorporate ³H
Chemical behaviour varies significantly

UNIVERSITY OF
Southampton

National
Oceanography Centre

GAU

U-carbonate complexation



U speciation in natural waters containing carbonate

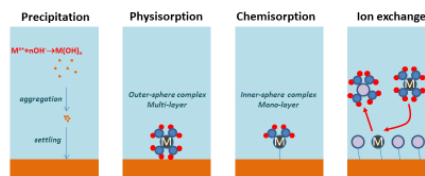
Choppin et al., 1995

UNIVERSITY OF
Southampton

National
Oceanography Centre

GAU

Incorporation into particulate



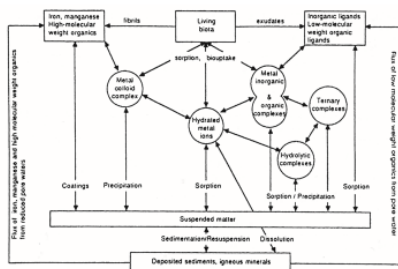
Degree of uptake controlled by metal species, particulate composition, pH, Eh & presence of ligands

UNIVERSITY OF
Southampton

National
Oceanography Centre

GAU

Speciation of metals

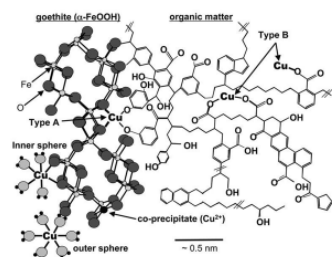


UNIVERSITY OF
Southampton

National
Oceanography Centre

GAU

Complexation / precipitation



Hesterberg et al., J. Env. Qual., (2011), 40, 667 - 678

UNIVERSITY OF
Southampton

National
Oceanography Centre

GAU

Size distribution of metal species in natural waters

Particle size	Metal species	Examples	Phase state
< 1 nm	Free metal ions	M ⁿ⁺ , Cd ²⁺	soluble
1 - 10 nm	Inorganic pairs Inorganic complexes Low M.W. organic complexes	NiCl ⁺ HgCl ₂ ⁺ Zn-fulvates	soluble
10 - 100 nm	High molecular mass organic complexes	Pb-humates	colloidal
100 - 1000 nm	Metal species adsorbed to particulate Metals associated with detritus	Co-MnO ₂ Pb-Fe(OH) ₃	Particulate
> 1000 nm	Metals adsorbed to cells Metals adsorbed / incorporated into mineral phases / precipitate	M ⁿ⁺ -sediment particulate	Particulate

UNIVERSITY OF
Southampton

National
Oceanography Centre

GAU

Why is it important?

UNIVERSITY OF
Southampton

National
Oceanography Centre

GAU

Significance of speciation

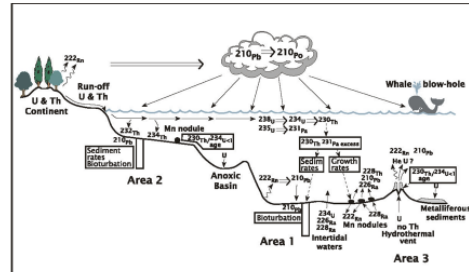
- Atmospheric dispersion mechanisms.
- Chemical reactions in the atmosphere.
- Deposition processes.
- Solubility / Partitioning between particulate and aqueous phases in natural waters.
- Binding properties in soils / bioavailability.
- Uptake / accumulation in biota.
- Gut transfer factors.

UNIVERSITY OF
Southampton

National
Oceanography Centre

GAU

Dispersion of radionuclides



UNIVERSITY OF
Southampton

National
Oceanography Centre

GAU

Foliar deposition velocities

Element	Form	Deposition velocity (ms ⁻¹)
Iodine (¹²⁹ I)	Elemental	10 ⁻²
	Particulate	10 ⁻²
Sulphur (³⁵ S)	Organic	10 ⁻⁵
	COS	10 ⁻³
	H ₂ S	6 x 10 ⁻³

Quilley et al. J. Environ. Radioactivity 52 (2001) 159-174

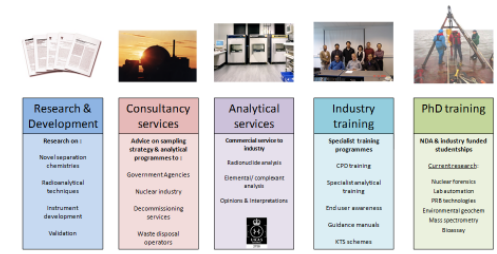


UNIVERSITY OF
Southampton

National
Oceanography Centre

GAU

Role of the GAU



UNIVERSITY OF
Southampton

National
Oceanography Centre

GAU

Research at GAU

- Environmental process studies (geochemistry/radiochemistry/dating)
- Novel adsorbent technologies for PRBs
- Radioanalytical method development
- Instrument developments (e.g. Pyrolyser extraction furnace)
- High precision / high sensitivity mass spectrometry
- Radioactive waste characterisation
- Nuclear forensics
- Automation of analytical techniques

UNIVERSITY OF
Southampton

National
Oceanography Centre

GAU

What is the speciation in atmospheric discharges?

UNIVERSITY OF
Southampton

National
Oceanography Centre

GAU

Atmospheric releases

- ³H as HTO
- ¹⁴C as CO₂ in AGR / Magnox / reprocessing and hydrocarbons from PWRs
- ³⁵S as COS (also H₂S during start up if H₂O present)
- ¹³¹I as I₂, HI, HIO, CH₃I, particulate
- ¹³⁷Cs (as oxides initially under accident conditions – rapidly converting to CsOH / Cs₂CO₃)
- noble gases (e.g. ⁴⁰Ar, ⁸⁵Kr, ¹³³Xe)

UNIVERSITY OF
Southampton

National
Oceanography Centre

GAU

Iodine speciation in atmospheric discharges



Fukushima-derived ¹²⁹I
NaOH leachable is probably organic associated (arising from release of I₂)

Hsu et al. 2013. Env Sci Technol. 47, 3091-3098
Hu et al. 2015. Env Sci Technol. 49, 1017-1024

UNIVERSITY OF
Southampton

National
Oceanography Centre

GAU

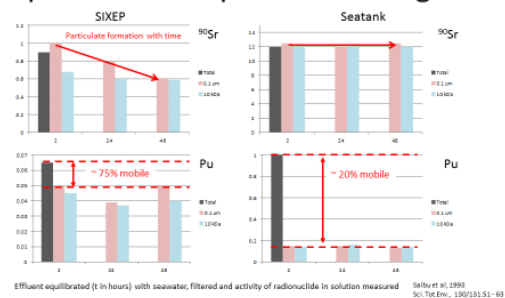
What is the speciation in aqueous discharges?

UNIVERSITY OF Southampton

National Oceanography Centre

GAU

Speciation in aqueous discharges

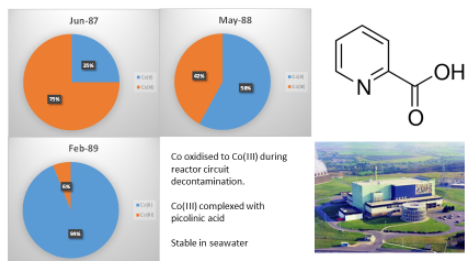


UNIVERSITY OF Southampton

National Oceanography Centre

GAU

⁶⁰Co in SGHWR discharges



UNIVERSITY OF Southampton

National Oceanography Centre

GAU

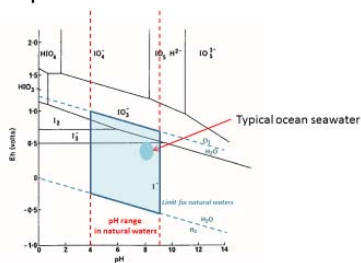
How does speciation change in the environment?

UNIVERSITY OF Southampton

National Oceanography Centre

GAU

Iodine speciation in natural waters

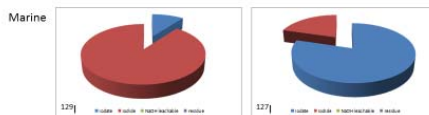


UNIVERSITY OF Southampton

National Oceanography Centre

GAU

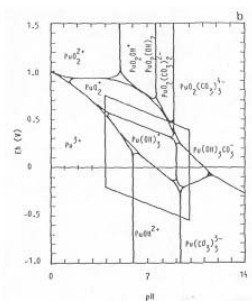
Iodine speciation in seawater



UNIVERSITY OF Southampton

National Oceanography Centre

GAU



Pu speciation in aquatic systems

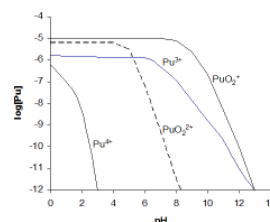
Kim, J. J. "Chemical Behaviour of Transuranic Elements in Natural Aquatic Systems." In A. J. Freeman and C. Keller (Eds.), Handbook of the Physics and Chemistry of The Actinides, Volume 4. North-Holland Press, Amsterdam pp. 423-455, (1988).

UNIVERSITY OF Southampton

National Oceanography Centre

GAU

Solubility vs pH for different oxidation states



Choppin et al., 1995

UNIVERSITY OF Southampton

National Oceanography Centre

GAU

Pu oxidation states in environmental waters

Source	Pu(III+IV)	Pu(V)	Pu(VI)
Rain	34		66
Mediterranean	42		58
Irish Sea	23	77	0
Pacific (I)	39	52	9
Pacific (II)	40	46	14
Lake Michigan	13	87	0

Choppin et al, 1995

UNIVERSITY OF Southampton

National Oceanography Centre

GAU

Evolution of speciation

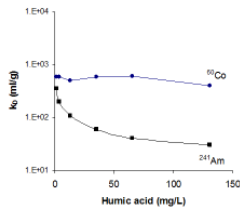
- Speciation at point of discharge.
- Change in speciation in the aquatic environment.
(change in pH, Eh, fluid composition, complexation)
- Change in speciation in the sedimentary environment

UNIVERSITY OF Southampton

National Oceanography Centre

GAU

Complexation Impact of humic acid on actinide k_D



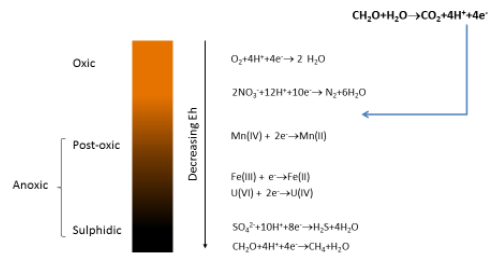
After Tanaka et al, 1997

UNIVERSITY OF Southampton

National Oceanography Centre

GAU

Diagenetic processes in sediments



UNIVERSITY OF Southampton

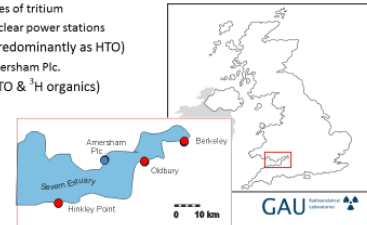
National Oceanography Centre

GAU

Case study 1 - tritium

Background

-] Elevated levels of tritium ($t_{1/2} = 12.3$ yrs) in flounder from the Severn Estuary
100,000 - 240,000 Bq/kg dry weight (McCubbin et al, 2001)
-] Sources of tritium
 - Nuclear power stations (predominantly as HTO)
 - Amersham Plc. (HTO & ^3H organics)



UNIVERSITY OF Southampton

National Oceanography Centre

GAU

UNIVERSITY OF Southampton

National Oceanography Centre

GAU

Discharge data

	Amersham plc	BNFL Sellafield	
$^3\text{H}_{\text{HTO}}$ discharge in 2000	87 TBq	226 TBq	
average $^3\text{H}_{\text{OBT}}$ in sediment in 2000	0.38 Bq/g	<0.02 Bq/g	fresh weight
$^3\text{H}_{\text{OBT}}$ in flounder in 2000	$10^5 - 2.4 \times 10^5$ Bq/kg	100 Bq/kg	dry weight

^3H form and dose

Form	Dose coefficient $\text{SvBq}^{-1} \times 10^{-11}$
HTO	1.8
OBT	4.2

ICRP dose coefficients

UNIVERSITY OF Southampton

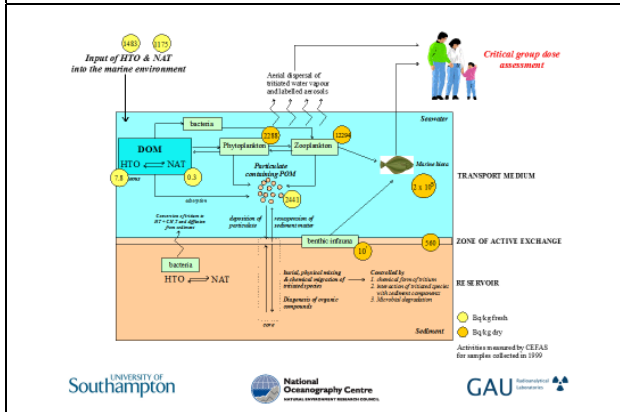
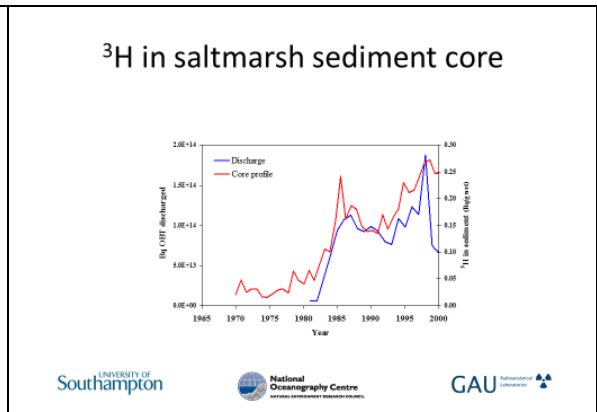
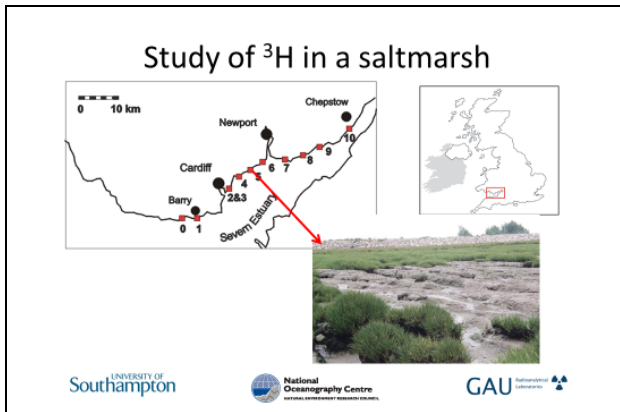
National Oceanography Centre

GAU

UNIVERSITY OF Southampton

National Oceanography Centre

GAU



Implications

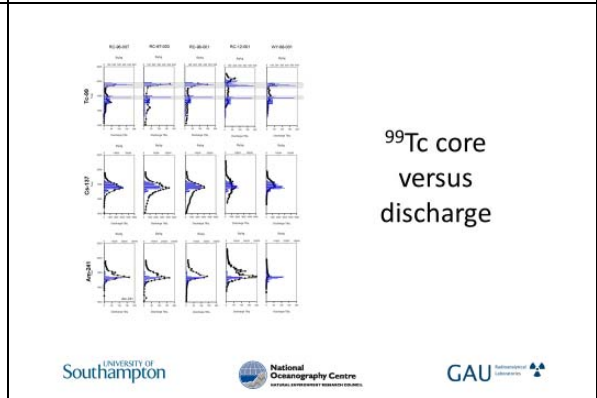
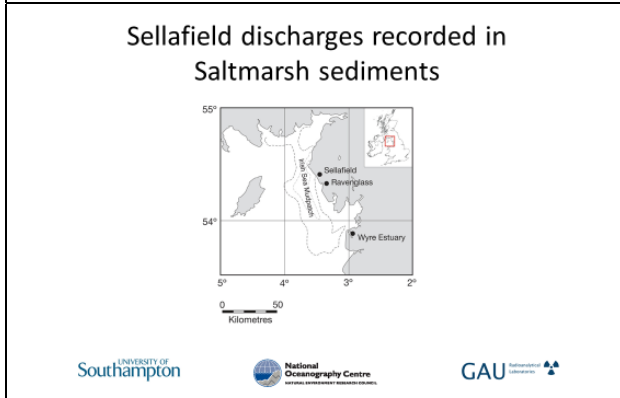
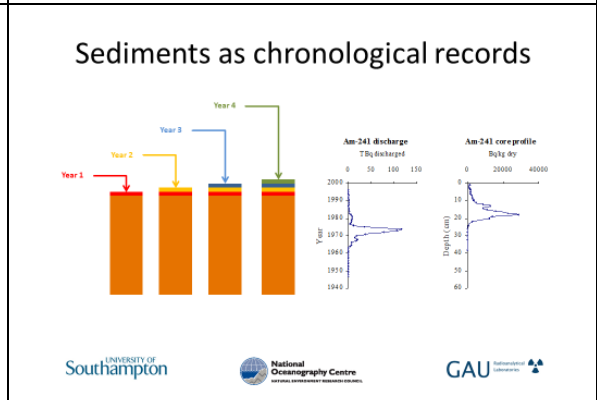
Discharge record is apparently preserved in saltmarsh and subtidal sediment implying –

-] Tritiated organic compounds remain sediment-bound for over 15 years (preservation of 1986 peak discharge event in sediment core).
-] Tritiated species are not labile, do not rapidly biodegrade in the sediment, and persist in estuarine sediments over decadal timescales.
-] Persistence of OBT in the estuary is controlled by sediment dynamics and radioactive decay.

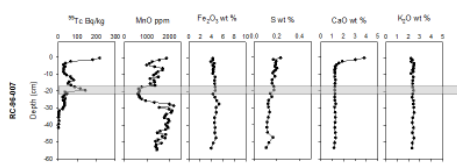
Logos: University of Southampton, National Oceanography Centre, GAU

Case study 2 – ^{99}Tc

Logos: University of Southampton, National Oceanography Centre, GAU



Core 7 geochemistry

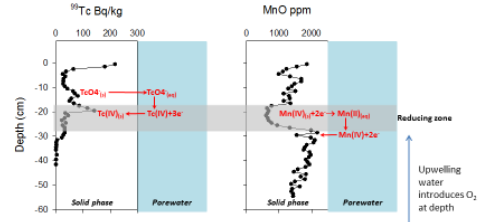


UNIVERSITY OF
Southampton

National
Oceanography Centre
NATIONAL GOVERNMENT RESEARCH CENTRE

GAU
RADIATION
LABORATORY

Mechanism for Tc remobilisation



Warwick & Crowder, 2013, in prep

UNIVERSITY OF
Southampton

National
Oceanography Centre
NATIONAL GOVERNMENT RESEARCH CENTRE

GAU
RADIATION
LABORATORY

Conclusions

- When considering speciation we must consider the chemical form of the radionuclide and its interaction with species in the environment.
- Speciation of anthropogenic radionuclides can vary depending on the origin of the release and can differ from natural analogues.
- The dispersion of the radionuclide in the environment will be impacted by the speciation of the radionuclide.
- Speciation can impact on the bioavailability of a radionuclide and ultimately its radiological risk.

UNIVERSITY OF
Southampton

National
Oceanography Centre
NATIONAL GOVERNMENT RESEARCH CENTRE

GAU
RADIATION
LABORATORY





 Schweizerische Eidgenossenschaft
 Confédération suisse
 Confederaziun Svizra
 Confederaziun svizra

Département fédéral de l'intérieur DFI
 Office fédéral de la santé publique OFSP
 Unité de direction Protection des consommateurs

International and Swiss regulation related to radioactivity in water

Séminaire CPR - KSR Seminar, 19.6.15

KSR Seminar / 19.6.2015
Slide 1/1



 Schweizerische Eidgenossenschaft
 Confédération suisse
 Confederaziun Svizra
 Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement des Innern EDI
 Bundesamt für Gesundheit BAG
 Direktion Bereich Verbraucherschutz

Outline

- International regulation related to radioactivity in water
- International agreement - OSPAR
- Current Swiss legislation
 - Legislation in radiation protection
 - Regulation on food
- Future Swiss legislation
 - Revision of the Regulation in
 - Revision of the

KSR Seminar / 19.6.2015
Slide 2/1


 Schweizerische Eidgenossenschaft
 Confédération suisse
 Confederaziun Svizra
 Confederaziun svizra


Eidgenössisches Departement des Innern EDI
 Bundesamt für Gesundheit BAG
 Direktion Bereich Verbraucherschutz

General context and complexity of the problem

- Water may be considered as an environmental compartment or as food product

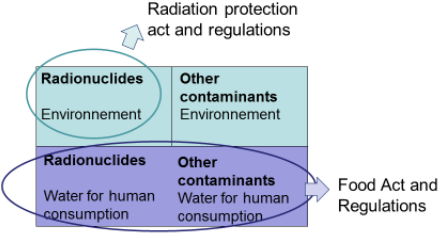
Radionuclides	Other contaminants
Environnement	Environnement
Radionuclides	Other contaminants
Water for human consumption	Water for human consumption

KSR Seminar / 19.6.2015
Slide 3/1



 Schweizerische Eidgenossenschaft
 Confédération suisse
 Confederaziun Svizra
 Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement des Innern EDI
 Bundesamt für Gesundheit BAG
 Direktion Bereich Verbraucherschutz

In Switzerland

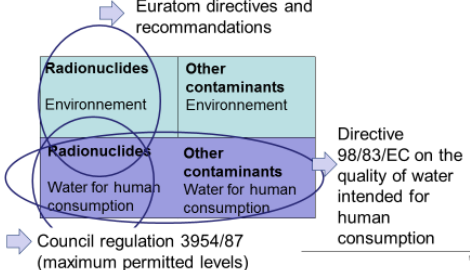


KSR Seminar / 19.6.2015
Slide 4/1



 Schweizerische Eidgenossenschaft
 Confédération suisse
 Confederaziun Svizra
 Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement des Innern EDI
 Bundesamt für Gesundheit BAG
 Direktion Bereich Verbraucherschutz

In the European Union (up to 2013)



KSR Seminar / 19.6.2015
Slide 5/1


 Schweizerische Eidgenossenschaft
 Confédération suisse
 Confederaziun Svizra
 Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement des Innern EDI
 Bundesamt für Gesundheit BAG
 Direktion Bereich Verbraucherschutz

General Context and complexity of the problem

- Water may be considered as an environmental compartment or as food product
- Radioactive substance in water can be considered from a radiation protection point of view or from a food safety point of view

KSR Seminar / 19.6.2015
Slide 6/1


 Schweizerische Eidgenossenschaft
 Confédération suisse
 Confederaziun Svizra
 Confederaziun svizra


Eidgenössisches Departement des Innern EDI
 Bundesamt für Gesundheit BAG
 Direktion Bereich Verbraucherschutz

Water intended for human consumption : new EU directive

- Ingestion of water is one of the pathways of incorporation of radioactive substances into the human body.
- Due to the importance of the quality of water intended for human consumption for human health
 - necessary to lay down **quality standards** and to **monitor** the compliance with those standards
- The requirements for monitoring levels of radioactive substances in water intended for human consumption should be adopted in specific legislation that ensures the uniformity, coherence and completeness of radiation protection legislation

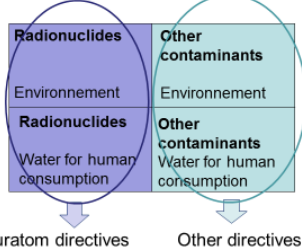
New directive 2013/51/EURATOM (supersede 98/83/EC)

KSR Seminar / 19.6.2015
Slide 7/1


 Schweizerische Eidgenossenschaft
 Confédération suisse
 Confederaziun Svizra
 Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement des Innern EDI
 Bundesamt für Gesundheit BAG
 Direktion Bereich Verbraucherschutz

Water intended for human consumption : new approach in EU regulation



KSR Seminar / 19.6.2015
Slide 8/1

<p style="text-align: center;"> Schweizerische Eidgenossenschaft Confédération suisse Confederazione Svizzera Confederaziun svizra </p> <p style="text-align: right; font-size: x-small;"> Eidgenössisches Departement des Innern EDI Bundesamt für Gesundheit BAG Direktion Bereich Verbraucherschutz </p> <h3 style="text-align: center;">DIRECTIVE 2013/51/EURATOM</h3> <ul style="list-style-type: none"> • Subject matter : <ul style="list-style-type: none"> • This Directive lays down requirements for the protection of the health of the general public with regard to radioactive substances in water intended for human consumption. It lays down parametric values and frequencies and methods for monitoring radioactive substances. • Scope and exemption : <ul style="list-style-type: none"> • This Directive applies to water intended for human consumption (all water intended for drinking, cooking, food preparation or other domestic purposes, as well as water used in any food production) • This Directive does not apply to natural mineral waters <p style="font-size: x-small;">KSR Sentinel / 19.8.2015 Sylvie Daler 9</p>	<p style="text-align: center;"> Schweizerische Eidgenossenschaft Confédération suisse Confederazione Svizzera Confederaziun svizra </p> <p style="text-align: right; font-size: x-small;"> Eidgenössisches Departement des Innern EDI Bundesamt für Gesundheit BAG Direktion Bereich Verbraucherschutz </p> <h3 style="text-align: center;">Parametric value : Definition</h3> <ul style="list-style-type: none"> • 'parametric value' means the value of radioactive substances above which it is necessary to assess whether the presence of radioactive substances in water poses a risk to human health which requires action. • Parametric values should not be regarded as limit values <p style="font-size: x-small;">KSR Sentinel / 19.8.2015 Sylvie Daler 10</p>																																				
<p style="text-align: center;"> Schweizerische Eidgenossenschaft Confédération suisse Confederazione Svizzera Confederaziun svizra </p> <p style="text-align: right; font-size: x-small;"> Eidgenössisches Departement des Innern EDI Bundesamt für Gesundheit BAG Direktion Bereich Verbraucherschutz </p> <h3 style="text-align: center;">Parametric values for radon, tritium and indicative dose</h3> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr style="background-color: #d3d3d3;"> <th>Parameter</th> <th>Parametric value</th> <th>Unit</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Radon*</td> <td>100</td> <td>Bq/l</td> </tr> <tr> <td>Tritium</td> <td>100</td> <td>Bq/l</td> </tr> <tr> <td>ID</td> <td>0,10</td> <td>mSv</td> </tr> </tbody> </table> <p style="font-size: x-small;">'indicative dose' or 'ID' = committed effective dose for one year of ingestion from all radionuclides detected in a supply of water, of natural and artificial origin, but excluding H-3, K-40, radon and short-lived radon decay products</p> <p style="font-size: x-small;">(*) The (reference) level set for radon may be higher than 100 Bq/l but lower than 1 000 Bq/l</p> <p style="font-size: x-small;">KSR Sentinel / 19.8.2015 Sylvie Daler 11</p>	Parameter	Parametric value	Unit	Radon*	100	Bq/l	Tritium	100	Bq/l	ID	0,10	mSv	<p style="text-align: center;"> Schweizerische Eidgenossenschaft Confédération suisse Confederazione Svizzera Confederaziun svizra </p> <p style="text-align: right; font-size: x-small;"> Eidgenössisches Departement des Innern EDI Bundesamt für Gesundheit BAG Direktion Bereich Verbraucherschutz </p> <h3 style="text-align: center;">DIRECTIVE 2013/51/EURATOM</h3> <ul style="list-style-type: none"> • General obligation: <ul style="list-style-type: none"> • An appropriate monitoring program for water intended for human consumption has to be established, to ensure that in the event of non-compliance with the parametric values laid down in the directive: <ol style="list-style-type: none"> 1. It shall be assessed whether that poses a risk to human health which requires action and, 2. remedial action shall be taken, where necessary, to improve the quality of water to a level which complies with requirements for the protection of human health from a radiation protection point of view <p style="font-size: x-small;">KSR Sentinel / 19.8.2015 Sylvie Daler 12</p>																								
Parameter	Parametric value	Unit																																			
Radon*	100	Bq/l																																			
Tritium	100	Bq/l																																			
ID	0,10	mSv																																			
<p style="text-align: center;"> Schweizerische Eidgenossenschaft Confédération suisse Confederazione Svizzera Confederaziun svizra </p> <p style="text-align: right; font-size: x-small;"> Eidgenössisches Departement des Innern EDI Bundesamt für Gesundheit BAG Direktion Bereich Verbraucherschutz </p> <h3 style="text-align: center;">DIRECTIVE 2013/51/EURATOM</h3> <ul style="list-style-type: none"> • Monitoring and analysis: <ul style="list-style-type: none"> • The directive sets monitoring strategies and frequencies in order to check whether the values of radioactive substance comply with the parametric values • Monitoring for the compliance with the ID shall be carried out ; various reliable screening strategies (e.g. gross alpha and beta activities) may be used. If gross $\alpha > 0.1$ Bq/l or gross $\beta > 1.0$ Bq/l, specific concentration shall be measured • Analytical performance characteristics (e.g. limit of detection) shall be in accordance with the requirements set in the directive. <p style="font-size: x-small;">KSR Sentinel / 19.8.2015 Sylvie Daler 13</p>	<p style="text-align: center;"> Schweizerische Eidgenossenschaft Confédération suisse Confederazione Svizzera Confederaziun svizra </p> <p style="text-align: right; font-size: x-small;"> Eidgenössisches Departement des Innern EDI Bundesamt für Gesundheit BAG Direktion Bereich Verbraucherschutz </p> <h3 style="text-align: center;">Calculation of the indicative dose</h3> <ul style="list-style-type: none"> • The ID shall be calculated from the measured radionuclide concentrations and the dose coefficients, on the basis of the annual intake of water (730 l for adults). • Where the following formula is satisfied, it may be assumed that the ID is less than the parametric value of 0,1 mSv and no further investigation shall be required: $\sum_{i=1}^n \frac{C_i (\text{obs})}{C_i (\text{der})} \leq 1$ <p style="font-size: x-small;">with $C_i (\text{obs})$ = concentration observed of radionuclide i $C_i (\text{der})$ = derived concentration of radionuclide i n = number of detected radionuclides</p> <p style="font-size: x-small;">KSR Sentinel / 19.8.2015 Sylvie Daler 14</p>																																				
<p style="text-align: center;"> Schweizerische Eidgenossenschaft Confédération suisse Confederazione Svizzera Confederaziun svizra </p> <p style="text-align: right; font-size: x-small;"> Eidgenössisches Departement des Innern EDI Bundesamt für Gesundheit BAG Direktion Bereich Verbraucherschutz </p> <h3 style="text-align: center;">Derived concentrations for radioactivity in water intended for human consumption</h3> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr style="background-color: #d3d3d3;"> <th>Origin</th> <th>Nuclide</th> <th>Derived concentration EU [Bq/l]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="5">Natural</td> <td>U-238</td> <td>3,0</td> </tr> <tr> <td>U-234</td> <td>2,8</td> </tr> <tr> <td>Ra-226</td> <td>0,5</td> </tr> <tr> <td>Ra-228</td> <td>0,2</td> </tr> <tr> <td>Pb-210</td> <td>0,2</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Nat/art.</td> <td>Po-210</td> <td>0,1</td> </tr> <tr> <td>H-3</td> <td>100 (param.)</td> </tr> <tr> <td rowspan="8">Artificial</td> <td>C-14</td> <td>240</td> </tr> <tr> <td>Si-90</td> <td>4,9</td> </tr> <tr> <td>Pu-239/Pu-240</td> <td>0,8</td> </tr> <tr> <td>Am-241</td> <td>0,7</td> </tr> <tr> <td>Co-60</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td>Cs-134</td> <td>7,2</td> </tr> <tr> <td>Cs-137</td> <td>11</td> </tr> <tr> <td>I-131</td> <td>6,2</td> </tr> </tbody> </table> <p style="font-size: x-small;">KSR Sentinel / 19.8.2015 Sylvie Daler 15</p>	Origin	Nuclide	Derived concentration EU [Bq/l]	Natural	U-238	3,0	U-234	2,8	Ra-226	0,5	Ra-228	0,2	Pb-210	0,2	Nat/art.	Po-210	0,1	H-3	100 (param.)	Artificial	C-14	240	Si-90	4,9	Pu-239/Pu-240	0,8	Am-241	0,7	Co-60	40	Cs-134	7,2	Cs-137	11	I-131	6,2	<p style="text-align: center;"> Schweizerische Eidgenossenschaft Confédération suisse Confederazione Svizzera Confederaziun svizra </p> <p style="text-align: right; font-size: x-small;"> Eidgenössisches Departement des Innern EDI Bundesamt für Gesundheit BAG Direktion Bereich Verbraucherschutz </p> <h3 style="text-align: center;">WHO Guidelines for drinking-water quality (2011)</h3> <ul style="list-style-type: none"> • The primary purpose of the <i>Guidelines for drinking-water quality</i> is the protection of public health. • Chapter 9 : Radiological aspect • An individual dose criterion (IDC) of 0.1 mSv from 1 year's consumption of drinking-water is adopted. • Recommended screening level for gross α et β activities • Guidance levels for natural and man-made radionuclides • No guidance level for radon in water <p style="font-size: x-small;">KSR Sentinel / 19.8.2015 Sylvie Daler 16</p>
Origin	Nuclide	Derived concentration EU [Bq/l]																																			
Natural	U-238	3,0																																			
	U-234	2,8																																			
	Ra-226	0,5																																			
	Ra-228	0,2																																			
	Pb-210	0,2																																			
Nat/art.	Po-210	0,1																																			
	H-3	100 (param.)																																			
Artificial	C-14	240																																			
	Si-90	4,9																																			
	Pu-239/Pu-240	0,8																																			
	Am-241	0,7																																			
	Co-60	40																																			
	Cs-134	7,2																																			
	Cs-137	11																																			
	I-131	6,2																																			

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement des Innern EDI
Bundesamt für Gesundheit BAG
Direktionsbereich Verbraucherschutz

WHO Guidelines for drinking-water quality vs 2013/51/Euratom

Origin	Nuclide	Derived concentration EU (Bq/l)	Guidance level WHO (Bq/l)
Natural	U-238	3.0	10
	U-234	2.8	1
	Ra-226	0.5	1
	Ra-228	0.2	0.1
	Pb-210	0.2	0.1
Nat/art.	Po-210	0.1	0.1
	H-3	100 (param.)	10'000
Artificial	C-14	240	100
	Sr-90	4.9	10
	Pu-239/Pu-240	0.6	1
	Am-241	0.7	1
	Co-60	40	100
	Cs-134	7.2	10
	Cs-137	11	10
	I-131	6.2	10

KSR Seminar / 19.6.2015
Sylvia Durr

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement des Innern EDI
Bundesamt für Gesundheit BAG
Direktionsbereich Verbraucherschutz

Current Swiss legislation in radiation protection

RP act

RP ordinance Fee ordinance

8 technical ordinances

- RP Act:
 - Art. 17 Überwachung der Umwelt
 - Art. 18 Radioaktivität der Lebensmittel
- RP Ordinance:
 - Art. 102 Immissionsgrenzwerte

2 Immissionen radioaktiver Stoffe dürfen in öffentlich zugänglichen Gewässern im Wochenmittel einen Fünfzigstel der Freigrenze für die spez. Aktivität nach Anhang 3 Spalte 9 nicht übersteigen

KSR Seminar / 19.6.2015
Sylvia Durr

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement des Innern EDI
Bundesamt für Gesundheit BAG
Direktionsbereich Verbraucherschutz

Current Swiss legislation on food

Volk
Bundesverfassung Art. 97 Schutz der Konsumentinnen und Konsumenten und Art. 118 Schutz der Gesundheit

NATIONALRAT / STÄNDENRAT
LEBENSMITTELGESETZ

BUNDESRAT
Lebensmittel- und Gebrauchsgegenständeverordnung

EDIGENÖSSISCHES DEPARTMENT DES INNERN
Bundesamt für Gesundheit BAG
Direktionsbereich Verbraucherschutz

Hygieneverordnung
Verordnung über gefährliche verpackte Lebensmittel
Verordnung über den Zusatz von Weizen oder pflanzlichen Rohstoffen Stoffe zu LM

Fremd- und Inhaltsstoffverordnung
Zusatzstoffverordnung
Verordnung über die Kennzeichnung und Anpreisung von LM
Verordnung über die Kennzeichnung und Anpreisung von LM
Verordnung über die Kennzeichnung und Anpreisung von LM

V über Zusatzstoffe in Lebensmitteln
V über die hygienische Milchverarbeitung in Zümmungsbetrieben
V über Trink-, Quell- und Mineralwässer
V über die Vollzugesetzten im Lebensmittelbereich

Specific regulation for radionuclides contents and/or for water

KSR Seminar / 19.6.2015
Sylvia Durr

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement des Innern EDI
Bundesamt für Gesundheit BAG
Direktionsbereich Verbraucherschutz

Radionuclides in the current Swiss legislation on food

Fremd- und Inhaltsstoffverordnung, FIV

- Art. 2 Höchstkonzentration, Toleranzwert und Grenzwert
 - 2 Die Höchstkonzentration eines Stoffes wird als Toleranzwert oder als Grenzwert angegeben
 - 3 Der Toleranzwert ist die Höchstkonzentration, bei dessen Überschreitung das Lebensmittel als verunreinigt oder sonst im Wert vermindert gilt
 - 4 Der Grenzwert ist die Höchstkonzentration, bei dessen Überschreitung das Lebensmittel für die menschliche Ernährung als ungeeignet gilt

KSR Seminar / 19.6.2015
Sylvia Durr

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement des Innern EDI
Bundesamt für Gesundheit BAG
Direktionsbereich Verbraucherschutz

Radionuclides in the current Swiss legislation on food

Radionuklide	Toleranzwert	Grenzwert			
	Bq/kg	Lebensmittel allgemein	Feststoffe Lebensmittel	Stoffgemische und Flüssigkeiten	Lebensmittel von geringer Befehdung
Cäsiumisotope	10 (**)	1'250	1'000	400	12'500
Jodisotope	10	2'000	500	150	20'000
Kohlenstoff-14	200	10'000	10'000	1'000	100'000
Tritium	1'000	10'000	10'000	3'000	100'000
Strontiumisotope	1	750	125	75	7'500
Plutonium- und Transplutoniumisotope (z.B. ²³⁹ Pu und ²⁴⁰ Pu)	0.1	80	20	1	800
Uran- und Thoriumreihe Gruppe I: ²³⁸ U, ²³⁴ Th, ²³⁰ Th, ²²⁶ Ra, ²²² Rn, ²¹⁸ Pb, ²¹⁴ Pb, ²¹⁴ Bi, ²¹⁴ Po	---	50	10	10	500
Uran- und Thoriumreihe Gruppe II: ²³⁵ U, ²³¹ Th, ²²⁷ Ac, ²²³ Rn, ²²³ Ra, ²²³ Rn, ²¹⁹ Rn, ²¹⁵ Pb, ²¹⁵ Bi, ²¹⁵ Po	---	5 (**)	1	1	50 (***)
Übrige künstliche Radionuklide	10	1'250	1'000	400	12'500

(*) Toleranzwert für Cäsiumisotope in Wildfleisch und Wildpilzen: 600 Bq/kg; in Wildbeeren: 100 Bq/kg.
(**) Grenzwert für Meeresfrüchte: 150 Bq/kg (gilt insbesondere für ²³⁹Pu)
(***) ²²⁶Ra und ²²⁸Ra gelten nicht für Parasitten

KSR Seminar / 19.6.2015
Sylvia Durr

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement des Innern EDI
Bundesamt für Gesundheit BAG
Direktionsbereich Verbraucherschutz

Revision of the Swiss legislation on food

- Revision of Swiss Food law took place to adapt the law to the European provisions concerning the foodstuffs sector.
- The Swiss Food Act (LMG) was accepted by the Parliament in 2011
- Current revision of 26 Ordinances related to food safety
- Lead : Federal Food Safety and Veterinary Office (FSVO)
- Timeline
 - Consultation within the administration took place in January 2015
 - Public consultation should start in June or July 2015

KSR Seminar / 19.6.2015
Sylvia Durr

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement des Innern EDI
Bundesamt für Gesundheit BAG
Direktionsbereich Verbraucherschutz

Revision of the Swiss legislation on food

- No "tolerance value" neither "limit" for radionuclides in foodstuff

KSR Seminar / 19.6.2015
Sylvia Durr

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement des Innern EDI
Bundesamt für Gesundheit BAG
Direktionsbereich Verbraucherschutz

Revision of the Swiss legislation on food

Verordnung des EDI über Kontaminanten

Art. 5 Gefährdung durch erhöhte Radioaktivität

Das BLV kann bei einer Gefährdung durch erhöhte Radioaktivität ereignisbezogene Höchstgehalte festlegen, um die Gesundheit der Konsumentinnen und Konsumenten zu schützen.

Die Höchstgehalte für Radionuklide werden nicht in der Kontaminantenverordnung geregelt, sondern - wie in der EU - in Verordnungen, die sich auf einen spezifischen Ereignisfall beziehen (s. dazu beispielsweise die Verordnung des BLV vom 30. März 2011 über die Einfuhr von Lebensmitteln mit Ursprung oder Herkunft Japan).

KSR Seminar / 19.6.2015
Sylvia Durr

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement des Innern EDI
Bundesamt für Gesundheit BAG
Direktionsbereich Verbraucherschutz

Revision of the Swiss legislation on food

- No "tolerance value" neither "limit" for radionuclides in foodstuff
- New ordinance
- New ordinance on the quality of water intended for human consumption
 - Mainly transposes the directive 98/83/EC

KSR Seminar / 19.6.2015
Sybille Estier 25


Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement des Innern EDI
Bundesamt für Gesundheit BAG
Direktionsbereich Verbraucherschutz

Revision of the Swiss radiation protection regulations

Objectives

- Transposition of ICRP 103
- Compatibility with Euratom BSS
- In accordance with Swiss law
- Keep it simple




KSR Seminar / 19.6.2015
Sybille Estier 26

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement des Innern EDI
Bundesamt für Gesundheit BAG
Direktionsbereich Verbraucherschutz

Organisation of the revision project

- Revision of 10 ordinances
- Lead : FOPH
- Collaboration of 3 supervisory authorities in RP, other involved authorities and external RP experts
- Delimitation: medical devices, food safety, civil protection, nuclear safety, protection of workers, civil aviation, metrology.....



KSR Seminar / 19.6.2015
Sybille Estier 27

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement des Innern EDI
Bundesamt für Gesundheit BAG
Direktionsbereich Verbraucherschutz

Revision RPO : Immission limits

Nuklid	Immissionsgrenzwerte [Bq/L]			Minimum	Neu/Alt
	Erw.	10 j	KK		
HTO	2.6E+04	2.0E+04	2.5E+04	2.0E+04	1.7
C-14 (anorg)	8.0E+02	5.8E+02	7.5E+02	5.8E+02	
Na-22	1.4E+02	8.4E+01	8.0E+01	8.0E+01	1.3
Na-24	1.1E+03	6.0E+02	5.2E+02	5.2E+02	1.3
Mn-54	6.5E+02	3.6E+02	3.9E+02	3.6E+02	1.8
Co-60	1.4E+02	4.2E+01	4.4E+01	4.2E+01	2.1
Zn-65	1.2E+02	7.2E+01	7.5E+01	7.2E+01	1.2
Sr-90/Y-90	1.6E+01	7.7E+00	1.6E+01	7.7E+00	1.0
Tc-99m	2.1E+04	1.1E+04	9.2E+03	9.2E+03	0.9
I-131 (el)	2.1E+01	8.9E+00	6.7E+00	6.7E+00	0.7
Cs-137	3.6E+01	4.6E+01	1.0E+02	3.6E+01	2.2
Pu-239	2.0E+00	1.9E+00	3.0E+00	1.9E+00	2.4
Am-241	2.3E+00	2.1E+00	3.2E+00	2.1E+00	2.1

KSR Seminar / 19.6.2015
Sybille Estier 30

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement des Innern EDI
Bundesamt für Gesundheit BAG
Direktionsbereich Verbraucherschutz

Revision RPO: Investigation levels

Art. 184 Untersuchungsschwellen bei der Umweltüberwachung
 1Werden Konzentrationen von einzelnen künstlichen Radionukliden in der Umwelt festgestellt, die zu einer effektiven Dosis von mehr als 10 µSv pro Jahr für einen bestimmten Expositionsplatz und für Personen aus der Bevölkerung führen können, so muss:

- das BAG nach der Ursache suchen und die betroffene Aufsichtsbehörde informieren; und
- Die betroffene Aufsichtsbehörde wenn möglich die Durchführung von Optimierungsmassnahmen für die Reduktion der Abgabe veranlassen.

KSR Seminar / 19.6.2015
Sybille Estier 31

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement des Innern EDI
Bundesamt für Gesundheit BAG
Direktionsbereich Verbraucherschutz

Revision RPO: Investigation levels

Art. 184 Untersuchungsschwellen bei der Umweltüberwachung
 2Werden Konzentrationen von natürlichen Radionukliden im Wasser für den menschlichen Gebrauch festgestellt, die zu einer effektiven Dosis von mehr als 100 µSv pro Jahr für Personen aus der Bevölkerung führen können, so muss das BAG:

- ein besonderes Überwachungsprogramm einrichten, um prüfen zu können, ob ein Risiko für die menschliche Gesundheit besteht, das Massnahmen erfordert;
- falls erforderlich, Abhilfemassnahmen einleiten, um die Wasserqualität so weit zu verbessern, dass sie unter dem Gesichtspunkt des Strahlenschutzes den Anforderungen an den Schutz der menschlichen Gesundheit entspricht.


KSR Seminar / 19.6.2015
Sybille Estier 32

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement des Innern EDI
Bundesamt für Gesundheit BAG
Direktionsbereich Verbraucherschutz

Timeline

- Summer 2011
 - Start of the project
- December 2014 – January 2015
 - Consultation within the administration
- February – July 2015
 - Adaptation of ordinances
 - Translation into French and Italian (700 pages)
- September – December 2015
 - Public consultation
- January 2017: entry into force



KSR Seminar / 19.6.2015
Sybille Estier 33


Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement des Innern EDI
Bundesamt für Gesundheit BAG
Direktionsbereich Verbraucherschutz

Thank you for your attention

Sybille.estier@bag.admin.ch

KSR Seminar / 19.6.2015
Sybille Estier 34



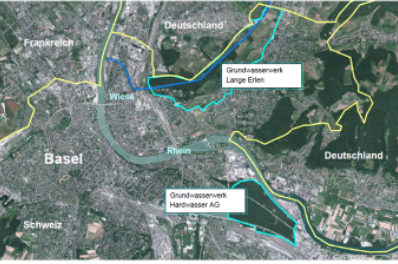
Inhalt

1. Betroffene Wasserversorgungen / Beispiel Basel
2. Überwachung der Rohwasserqualität
3. Notfallplanung in der Wasserversorgung
4. Unfall in einem KKW der Schweiz

1. Betroffene Wasserversorgungen / Beispiel Basel

Zwei Grundwasserwerke für Basel und die Region

Rund 250'000 Konsumenten, Industrie und Gewerbe in Basel und Region benötigen täglich rund 70 Mio. Liter Trinkwasser. → 300 L pro Person und Tag




Richard Wüster | Strahlenschutz Seminar | 19. Juni 2015 | Seite 3

1. Betroffene Wasserversorgungen / Beispiel Basel

Vorbereitung

IWB

- Schnellfilteranlage
- 20 Becken
- 1000 m² Filterfläche
- 80 cm Quarzsand (Filtermedium)
- Filtrationsgeschwindigkeit: 5 m/h
- Automatisch rückspülbar mit filtrierter Luft und Wasser



Hardwasser AG

- Flockungs- und Absetzbecken / Cyclator – je 850 l/s
- Schnellfilteranlage
- 2x 10 Becken
- 1000 m² Filterfläche
- 80 cm Quarzsand (Filtermedium)
- Filtrationsgeschwindigkeit: 7 m/h
- Rückspülbar mit filtrierter Luft und Wasser


Richard Wüster | Strahlenschutz Seminar | 19. Juni 2015 | Seite 4

1. Betroffene Wasserversorgungen / Beispiel Basel

Grundwasserschutzzone Lange Erlen und Hardwald

IWB


Schutzzone: 194,2 ha davon 87,3 ha Waldfläche



190'000 m² Wasserfelder
Einleitung Rohwasser täglich rund 60'000 m³

Hardwasser AG

Schutzzone: 208 ha entspricht der Waldfläche



Versickerungsgräben: ca. 7'000 m²
Versickerungswelch: ca. 4'000 m²
Einleitung RW täglich rund 100'000 m³

Richard Wüster | Strahlenschutz Seminar | 19. Juni 2015 | Seite 5

1. Betroffene Wasserversorgungen / Beispiel Basel

Online-Monitoring bei der Rheinwasserentnahme

Ziel: Sicherstellen einer guten Rohwasserqualität

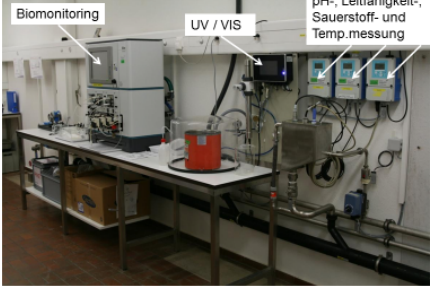
- Messen von relevanten Parametern
- Alarmierung bei Veränderungen bzw. Überschreitung von def. Schwellenwerten

Messverfahren	Einsatzzweck
Biomonitoring	Zeigt toxische Wirkung auf Wasserorganismen (Daphnien)
UV-VIS Absorption (220 bis 720 nm)	Summenparameter für die Gewässerbelastung durch gelöste organische Stoffe. Spektraler Absorptionskoeff. (SAK 254)
pH-Wert, Temp.	Allgemeine Parameter der Wasseranalytik
Sauerstoff	Parameter, der sich bei einer Gewässererschmutzung mit leicht abbaubaren org. Substanzen verändert.
Leitfähigkeit	Summenparameter für gelöste ionische Stoffe.
Trübung	Primär zum Schutz der nachgelagerten eigenen Anlagen
Probensammler	Erstellen von täglichen Mischproben für die ereignisbasierte Analytik im Labor.
Radioaktivitätsmessung	Veränderungen der radioaktiven Belastung (Gammastrahlung). Erfassung spezifischer Radionuklide.

Richard Wüster | Strahlenschutz Seminar | 19. Juni 2015 | Seite 6

2. Überwachung der Rohwasserqualität


Online-Monitoring bei der Rheinwasserentnahme



Richard Wüster | Strahlenschutz Seminar | 19. Juni 2015 | Seite 7

2. Überwachung der Rohwasserqualität

Online-Monitoring bei der Rheinwasserentnahme



Richard Wüster | Strahlenschutz Seminar | 19. Juni 2015 | Seite 8

4. Unfall in einem KKW

Belastung des Rohwassers bei einem Unfall «Fukushima» iwb

Kontamination der Gewässer infolge KKW-Unfall (Ereignis „Fukushima“)
Grobabschätzung auf Basis des Wasser-Quellterms, ENSI September 2013:

Angaben in Bq/L:

	Iod-131	Cs-137
• KKM Sommer:	49'500	15'000
• KKG:	21'000	6'000
• KKB:	10'500	3'000
• KKL:	5'500	2'000

Trinkwasser-Höchstwerte	Cs-Nuklide:	10 Bq/L (TW) 1000 Bq/L (GW)
	Iod-131:	10 Bq/L (TW) 500 Bq/L (GW)
	Strontium 89/90:	1 Bq/L (TW) 125 Bq/L (GW)

Richard Wülser | Strahlenschutz Seminar | 19. Juni 2015 | Seite 17

4. Unfall in einem KKW

Studie Trinationaler Atomschutzverband (TRAS) iwb

Kontamination von Seewasser nach vollständiger Durchmischung (Beispiel)

See	Radionuklid	Konzentration (Bq/l)	Toleranzwert (Bq/l)
Zürichsee	Iod-131	950	10
	Strontium-89/90	74	1
	Cäsium-134/137	54	10
Bodensee	Iod-131	110	10
	Strontium-89/90	90	1
	Cäsium-134/137	68	10
Vierwaldstädter See	Iod-131	260	10
	Strontium-89/90	21	1
	Cäsium-134/137	16	10
Zugersee	Iod-131	480	10
	Strontium-89/90	37	1
	Cäsium-134/137	28	10
Hallwilersee	Iod-131	4800	10
	Strontium-89/90	370	1
	Cäsium-134/137	280	10

Okto-Institut 2014
Richard Wülser | Strahlenschutz Seminar | 19. Juni 2015 | Seite 18

4. Unfall in einem KKW

TRAS-Studie / Schlussfolgerungen iwb

- Zürich bezieht sein Trinkwasser zu 70% aus dem Zürichsee
 - Filterung bei der Wassergewinnung kaum wirksam bei ionischem Cäsium oder Strontium
- Trinkwasserversorgung von Basel über Grundwasseranreicherungen in Lange-Erlen und Muttenser-Hard
 - gewisse Rückhaltung von Radionukliden durch die Grundwasserpassage und Reinigungsschritte
 - quantitative Aussagen zur tatsächlich erreichbaren Reinigung aber nicht möglich (massenbezogen extrem geringe Verunreinigungen)
 - Versickerung von kontaminiertem Rheinwasser führt zu langanhaltender Bodenkontamination
- Die Versorgung mit radiologisch unbedenklichem Trinkwasser in ausreichendem Umfang ist nach einem Unfall nicht gewährleistet
 - Ersatz über lange Zeit erforderlich (> 3 Monate in Basel, >> 1 Jahr in Zürich)

Richard Wülser | Strahlenschutz Seminar | 19. Juni 2015 | Seite 19

4. Unfall in einem KKW

Schlussfolgerungen iwb

- Die vorliegenden Informationen zeigen, dass die Trinkwasserversorgung bei einem schweren KKW-Unfall über Tage bis Wochen kein.
- Für eine vorsorgliche Notfallplanung sind die heute vorhandenen Informationen von ENSI ungenügend.
- Eine ganzheitliche Betrachtung zur Ausbreitung der Radioaktivität über den Wasserpfad und die Luft bis hin zu den Trinkwasser-Ressourcen fehlt zurzeit.
- Die kontinuierliche Überwachung der Fließgewässer bei den grösseren Wasserversorgungen ist machbar. Als Ergänzung und Frühwarnsystem erwarten die WV von den KKW-Betreibern eine Überwachung der KKW-Vorfluter und eine direkte Information bei erhöhter Aktivitätskonzentration. Auf diese Weise könnten frühzeitig Massnahmen zur Sicherung der Rohwasserqualität eingeleitet werden.

Richard Wülser | Strahlenschutz Seminar | 19. Juni 2015 | Seite 20



Besten Dank für Ihre Aufmerksamkeit

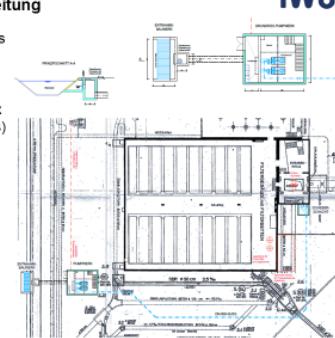
Fragen ??

Richard Wülser | Strahlenschutz Seminar | 19. Juni 2015 | Seite 21

Notwasserversorgung

1. Wiesewasseraufbereitung iwb

- Rohwasserentnahme aus OWK
- Grobrechen
- Entnahmepumpwerk (2 x 250 l/s, allenf. 3 x 250 l/s)
- Flockungsmitteldosierung im Einlaufbecken, Rührwerk verhindert ein Absetzen der Flocken
- Filtration in den best. Schnellfilterbecken
- Desinfektion?



Richard Wülser | Strahlenschutz Seminar | 19. Juni 2015 | Seite 22

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun Svizra

Département fédéral de l'énergie DFE
Office fédéral de la santé publique OFSP
Unité de direction Protection des consommateurs

Monitoring of radioactivity in the aquatic environment

KSR/CPR - Séminaire de radioprotection, Bern, 19.6.2015
Philipp Steinmann, BAG

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'énergie DFE
Office fédéral de la santé publique OFSP
Unité de direction Protection des consommateurs

outline

history, organisation

Sources of radioactivity in the aquatic environment

Survey of rainwaters

Survey of rivers water, sediments and aquatic plants

Tritium: background and industries

Nal detectors

special campaigns: groundwater, drinking water, ...

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'énergie DFE
Office fédéral de la santé publique OFSP
Unité de direction Protection des consommateurs

An (incomplete) history of radioactivity survey in the aquatic environment CH

1950s Nuclear weapon tests: Sellafield releases into the Irish Sea
1956 Establishment of the KUER commission for the survey of radioactivity in Switzerland
Analyses of river water samples (EAWAG, PSI) total alpha, total beta, gamma-emitters, Sr-90
1986 Chernobyl accident
1990s EAWAG Study: fate of radionuclides from nuclear power plants in river Aare and river Rhine - AQUASIM modeling - monthly low-level analyses (mBq/l)
2011 Fukushima accident
2013 Installation of a Nal monitors for continuous survey of radioactivity in river Aare and river Rhine

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'énergie DFE
Office fédéral de la santé publique OFSP
Unité de direction Protection des consommateurs

organisation of the survey of the aquatic environment

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'énergie DFE
Office fédéral de la santé publique OFSP
Unité de direction Protection des consommateurs

Sampling plan

- rainwater
- river water
- groundwater
- sediments
- aquatic plants
- sewage water

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'énergie DFE
Office fédéral de la santé publique OFSP
Unité de direction Protection des consommateurs

sources of radioactivity in the aquatic environment

- cosmogenic isotopes ^7Be , ^3H , ^{22}Na in rainwater
- Radon progenies in rainwater, groundwater and soil water
- medical radioisotopes from waste water treatment plants (^{131}I , ..., ^{223}Ra)
- uranium and thorium series isotopes from groundwater and soil water
- fallout isotopes from soils (^{137}Cs , ^{90}Sr)
- artificial isotopes from industries and power plants (^3H , ^{54}Mn , ^{58}Co , ^{60}Co , ^{65}Zn , ^{137}Cs)

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'énergie DFE
Office fédéral de la santé publique OFSP
Unité de direction Protection des consommateurs

Survey sites with rainwater sampling

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'énergie DFE
Office fédéral de la santé publique OFSP
Unité de direction Protection des consommateurs

rainwater sampling

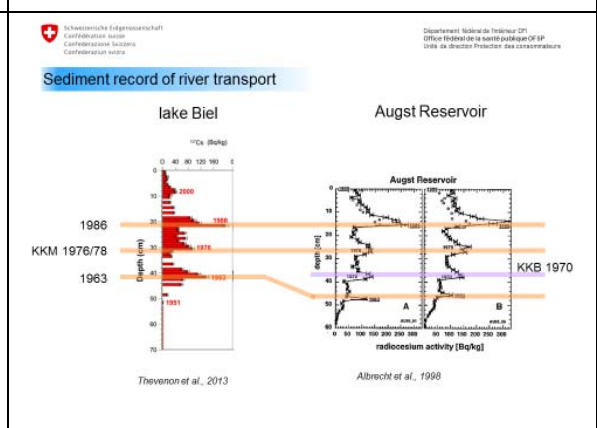
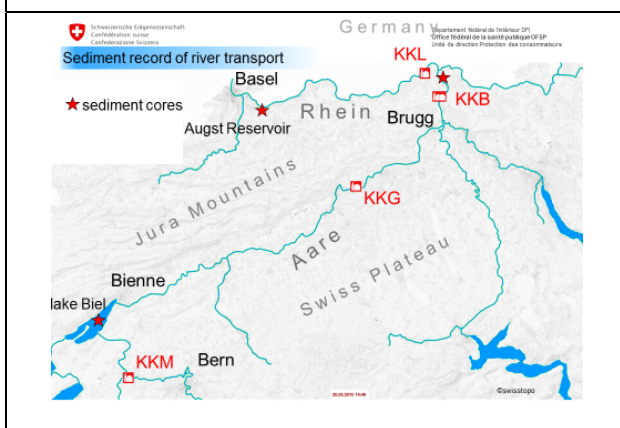
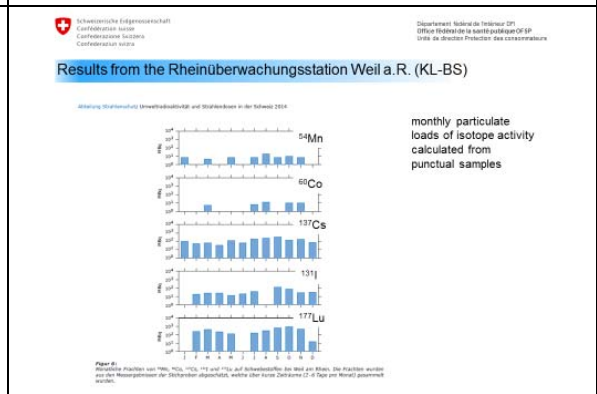
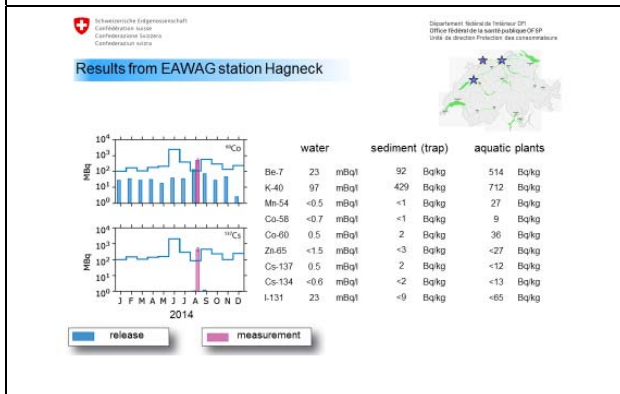
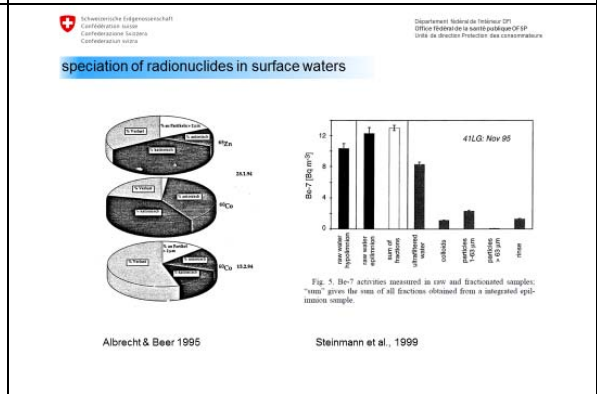
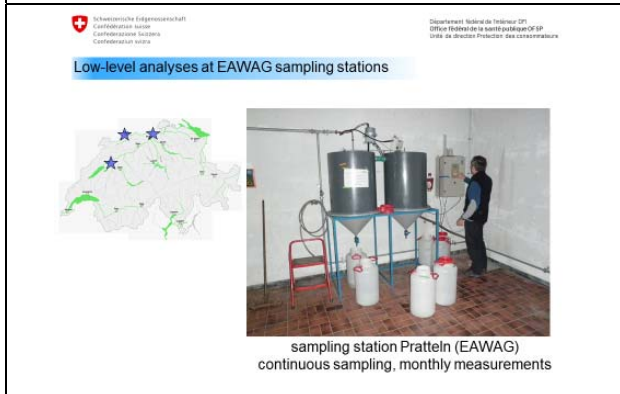
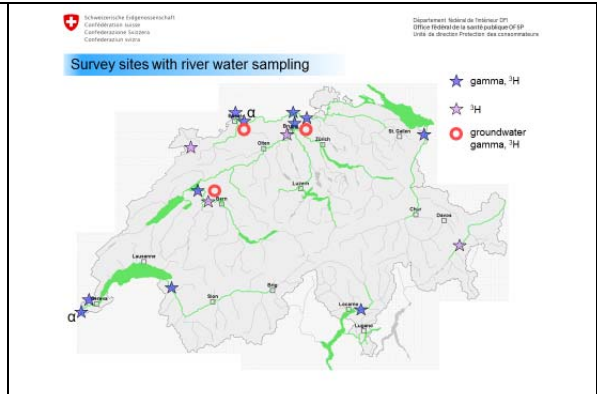
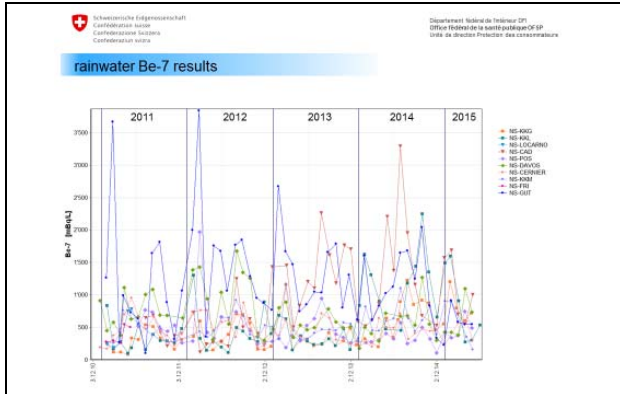
cartridges filled with anion/cation exchange resin

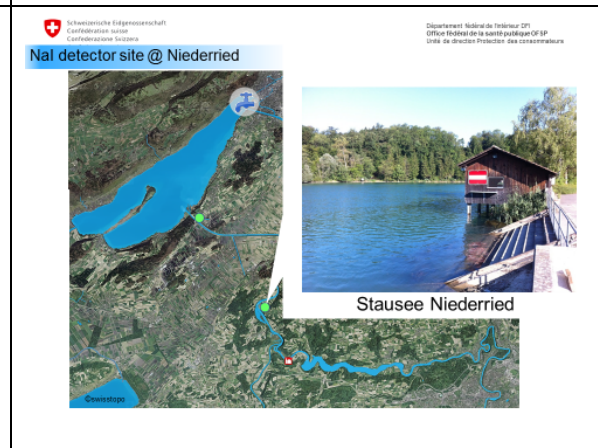
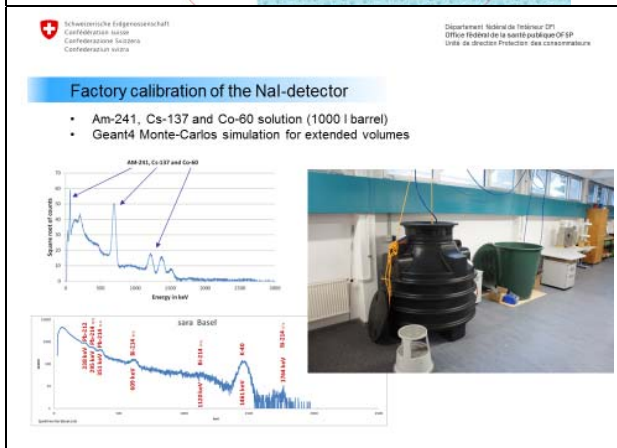
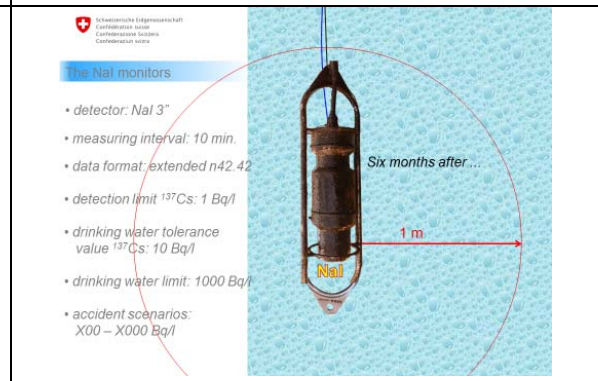
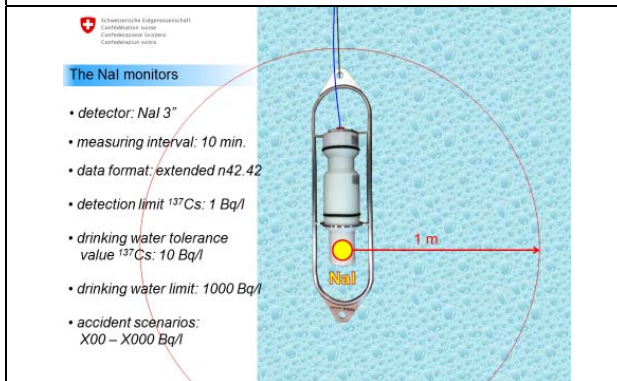
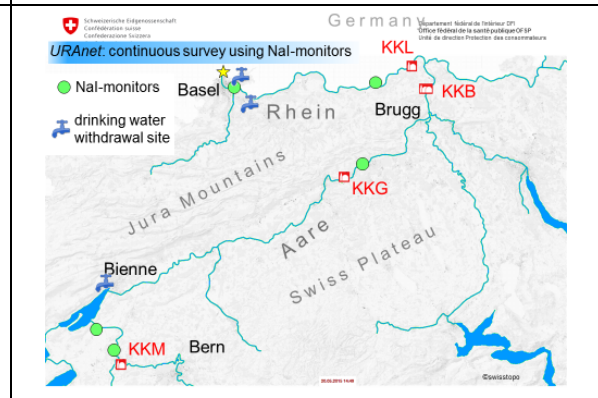
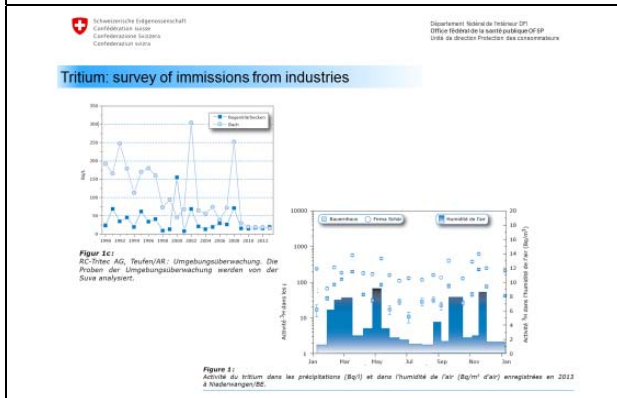
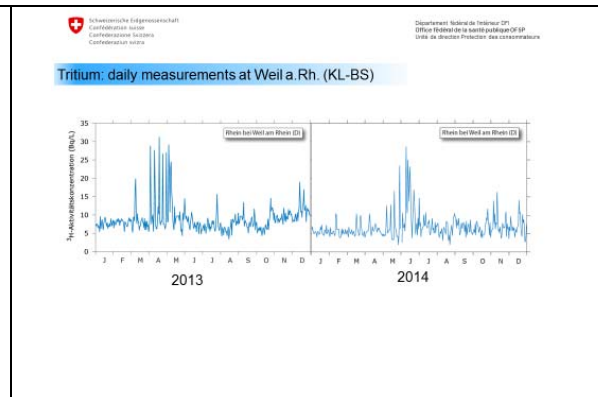
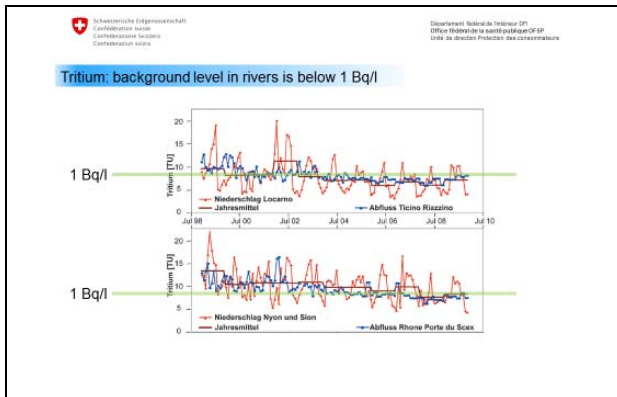
recoveries

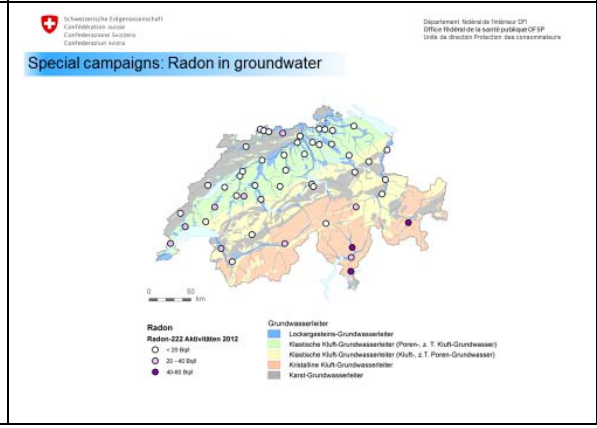
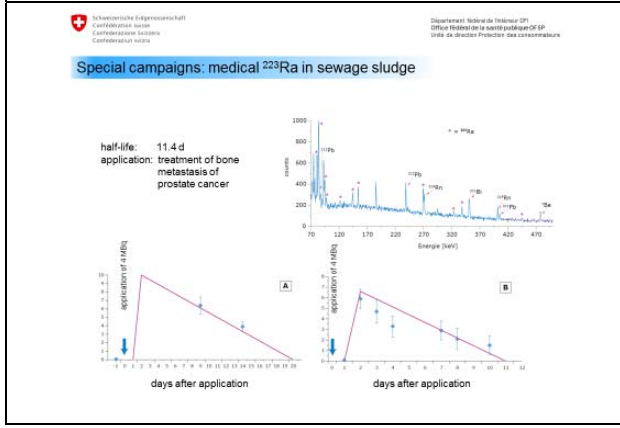
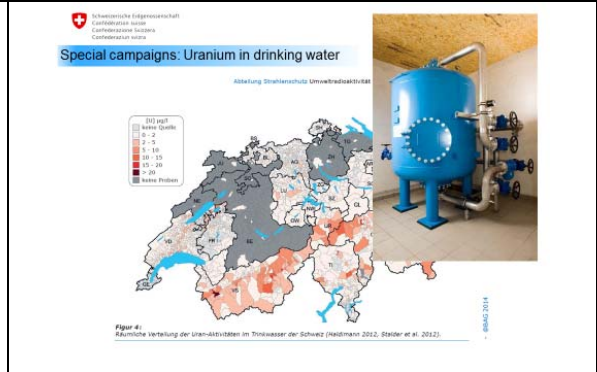
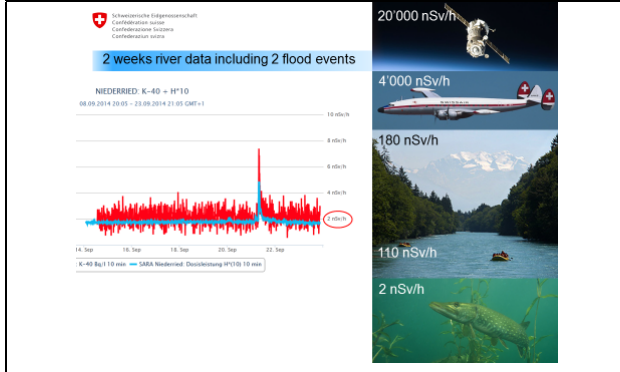
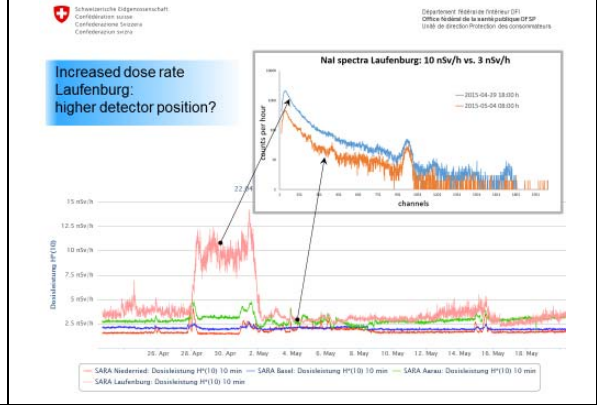
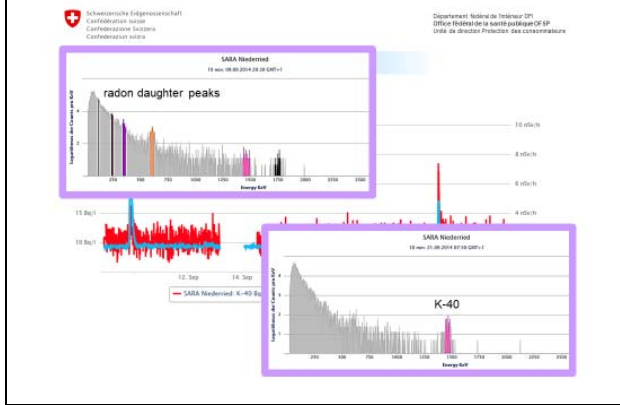
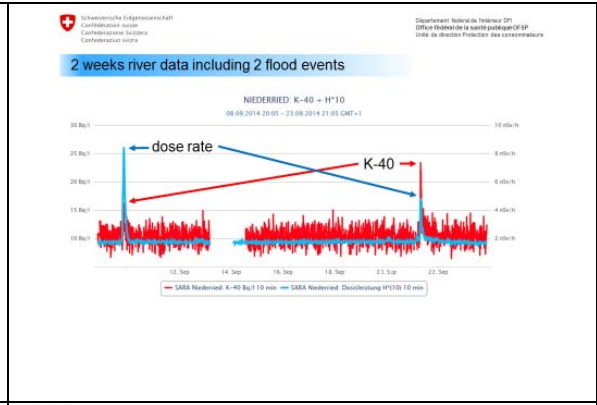
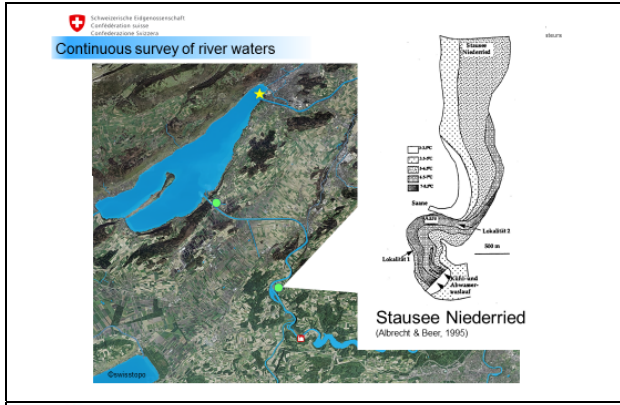
Table 2
Percentage of radionuclides extracted on the resin in experiments where water from nuclear power plant cooling system were either filtered or conditioned.

	^{137}Cs	^{90}Sr	^{134}Cs	^{132}I	^{131}I
§ Filtered particulate form (0.2 µm)	22	23	49	55	6
§ Extracted on the resin (conditioned)	93 ± 3	96 ± 2	94 ± 5*	-	79 ± 45
§ Extracted on the resin (unfiltered)	97 ± 3*	97*	92 ± 10*	79*	91*
§ Extracted on the resin (filtered)	101 ± 4	99 ± 0	98 ± 3	79 ± 19	100 ± 0

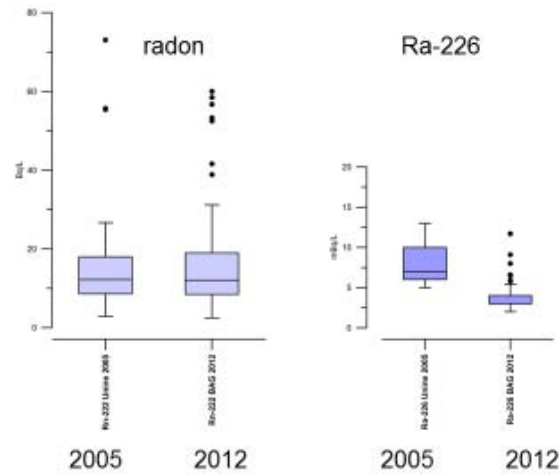
Jungli et al., 2009







Special campaigns: Ra-226 and radon in groundwater



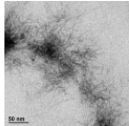
Conclusions

- rainwater, river water, sediments, aquatic plants, ...
- special campaigns
- www.bag.admin.ch/ura
- www.radenviro.ch

Thank you for your attention!




Anthropogenic impact, fate and transport of uranium in the environment



Rizlan Bernier-Latmani
Ecole Polytechnique Federale de Lausanne (EPFL)

Presented at Radioprotection Seminar
Bern
June 19, 2015



Uranium

- Present in the earth's crust at 2-4 ppm
- Used for nuclear power
- Used for nuclear weapons
- Depleted uranium used in ammunition and tank shielding
- Dominated by two valence states

U(VI)


- UO_2^{2+}
- soluble at pH~7
- complexed by CO_3^{2-} , F^- , SO_4^{2-} , Cl^- , OH^- , PO_4^{3-}
- insoluble as oxide (UO_3), PO_4^{3-} , VO_4^{3-} minerals

→

U(IV)

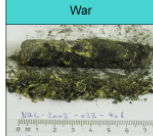
- U^{4+}
- sparingly soluble at pH~7
- complexed by CO_3^{2-} , F^- , SO_4^{2-} , Cl^- , OH^-
- insoluble as oxide (UO_2), PO_4^{3-} , SiO_4^{4-} minerals

Mining



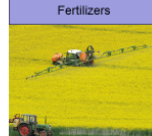
Les Sagnes, France

War




Han Pijezac, Bosnia

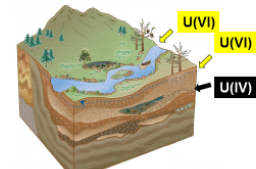
Fertilizers



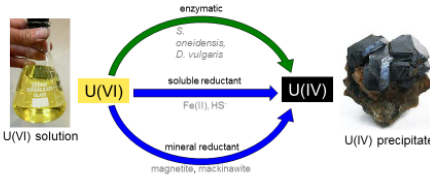
Naturally occurring



Disentha, CH



Uranium reduction

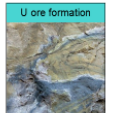



U(VI) solution → U(IV) precipitate

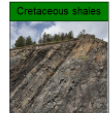
enzymatic: *S. oneidensis*, *D. vulgaris*

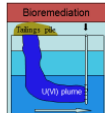
soluble reductant: Fe(II), HS⁻

mineral reductant: magnetite, mackinawite










Interactions between U and bacteria


Anaerobic processes




U(VI)

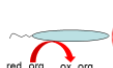
enzymatic reduction

U(IV)



biomineralization







Fe(III)


reduction

Fe(II)



Fe(II)/Fe(III) oxide







SO₄²⁻

sulfate reduction

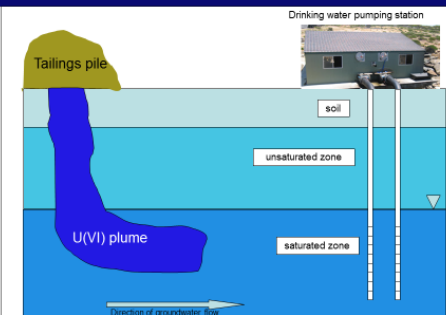
HS⁻



Fe(II) sulfide

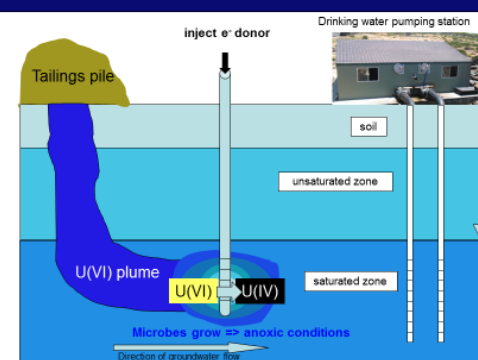


U contamination



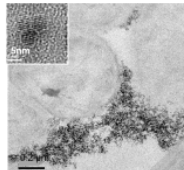
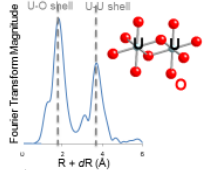
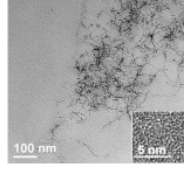
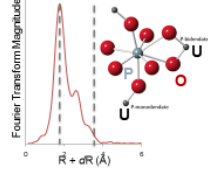
Direction of groundwater flow

Remediation of U contamination

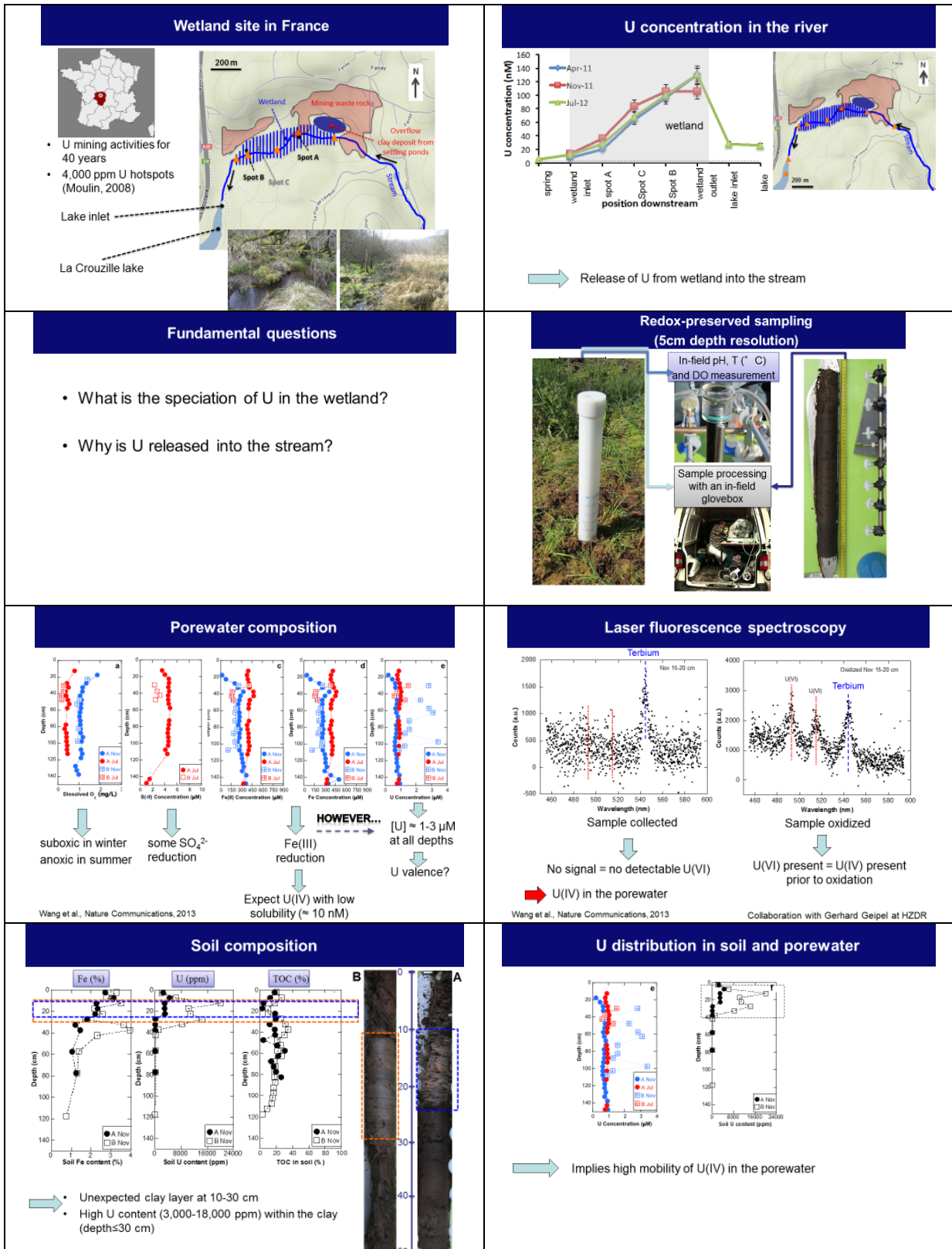


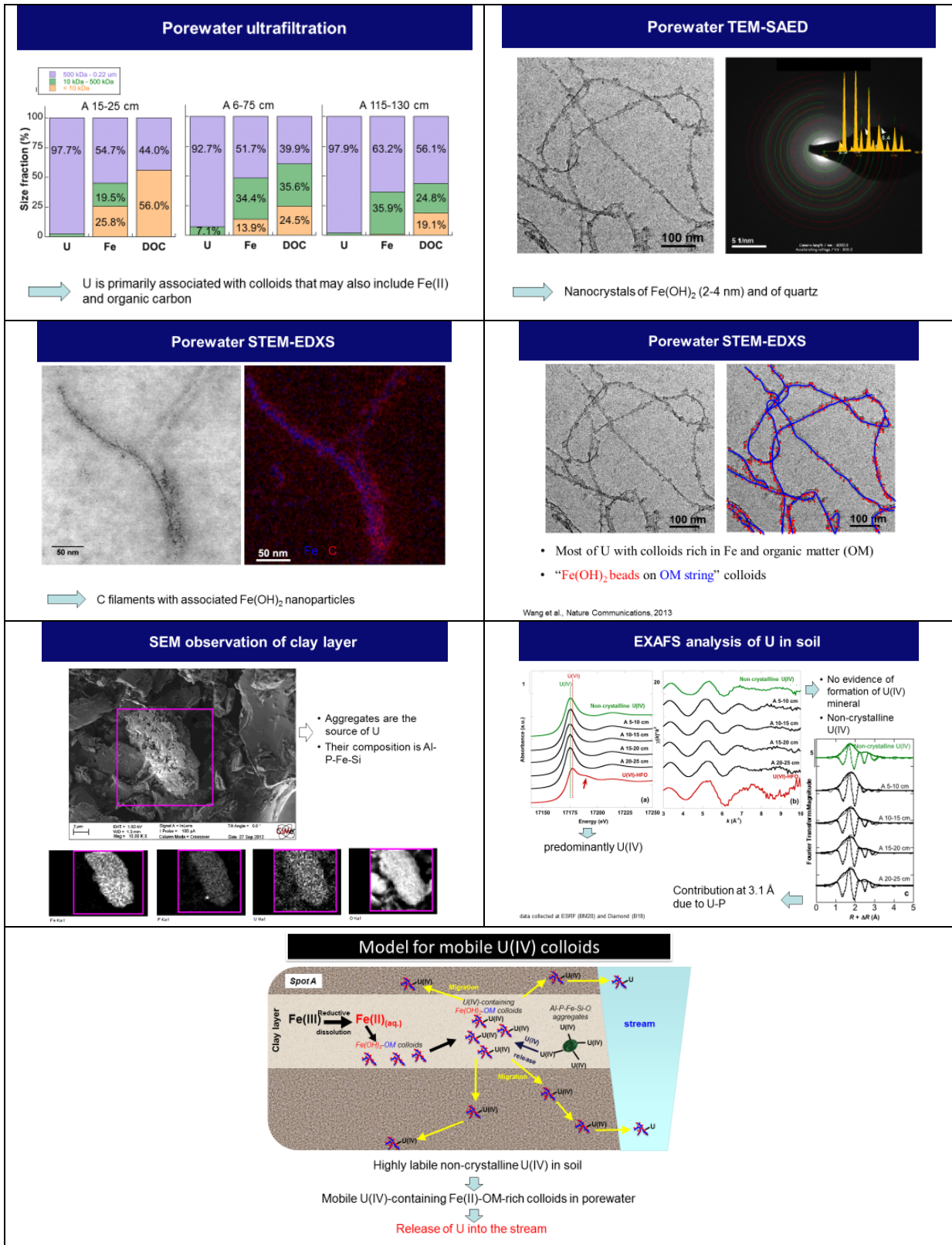
Microbes grow ⇒ anoxic conditions

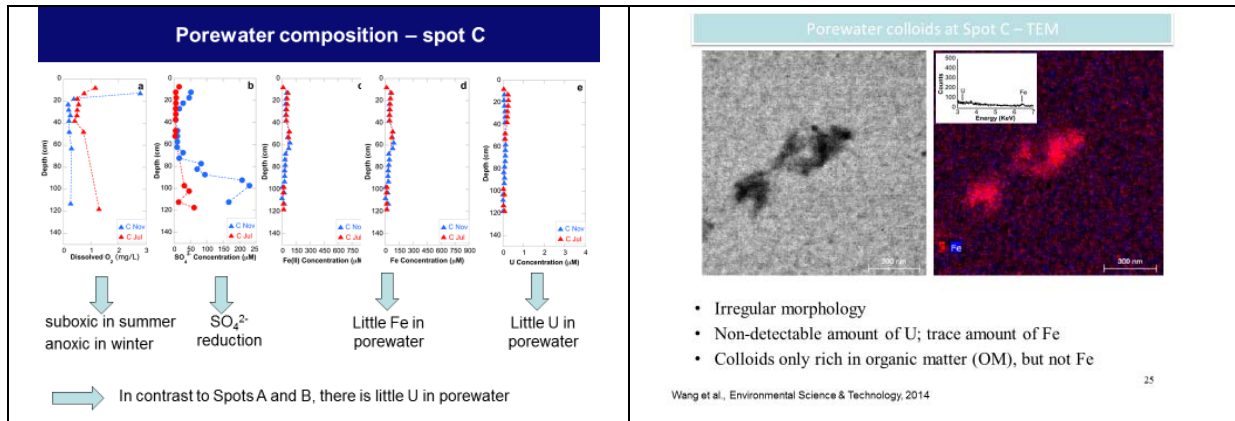
Biological U(VI) reduction by *Shewanella oneidensis*

	solutes	TEM	EXAFS
Uraninite (UO ₂)	Simple Medium BP HCO ₃ ⁻ PIPES		
Non-crystalline U(IV)	Complex Medium WLP Na ⁺ Mg ²⁺ Ca ²⁺ PO ₄ ³⁻ HCO ₃ ⁻ PIPES		

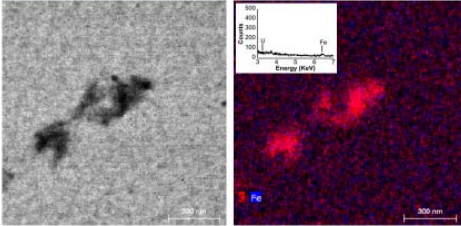
Bernier-Latmani et al., 2010 ESR1



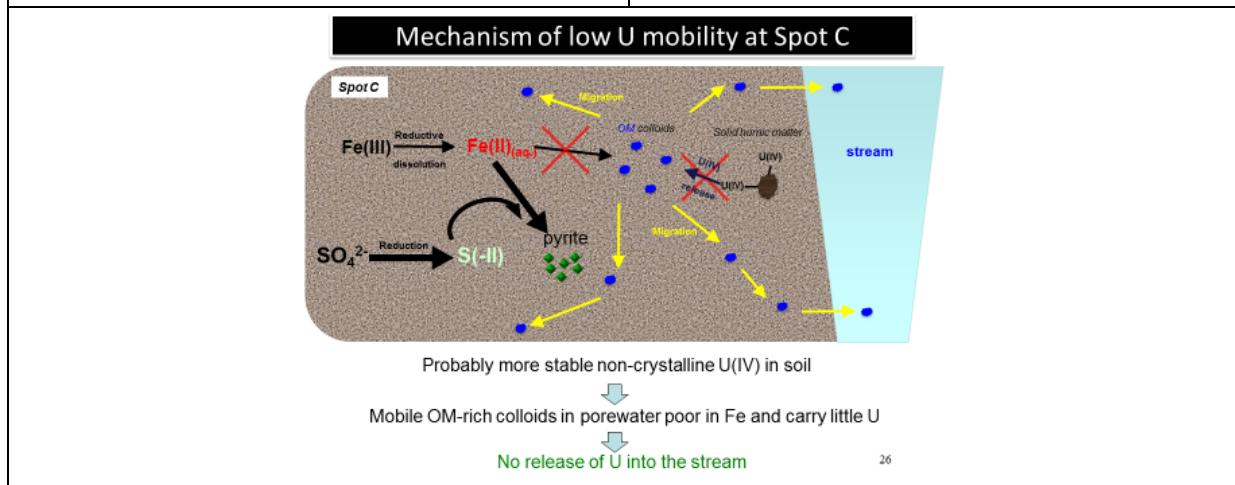




Porewater colloids at Spot C – TEM




- Irregular morphology
- Non-detectable amount of U; trace amount of Fe
- Colloids only rich in organic matter (OM), but not Fe




Conclusions and outlook

- Highly mobile U(IV) species: U(IV)-bearing colloids
- The presence of sulfide is a controlling factor in the formation of these colloids
- The presence of U(IV)-P aggregates is another controlling factor
- How widespread is this phenomenon?
- Impact on U remediation?
- Impact on the use of wetlands for U sequestration?


Acknowledgements



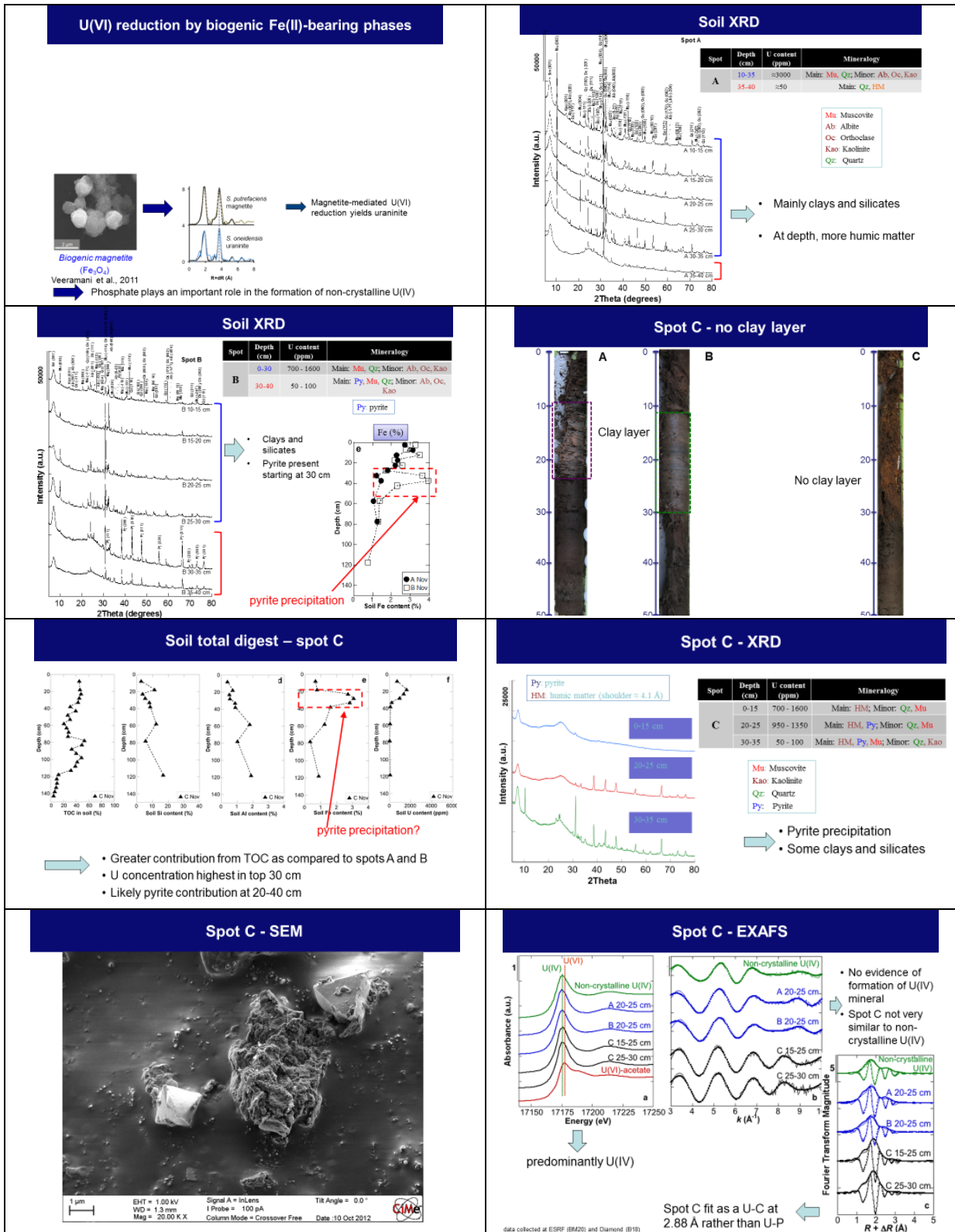
Yuheng Wang



Yuheng Wang



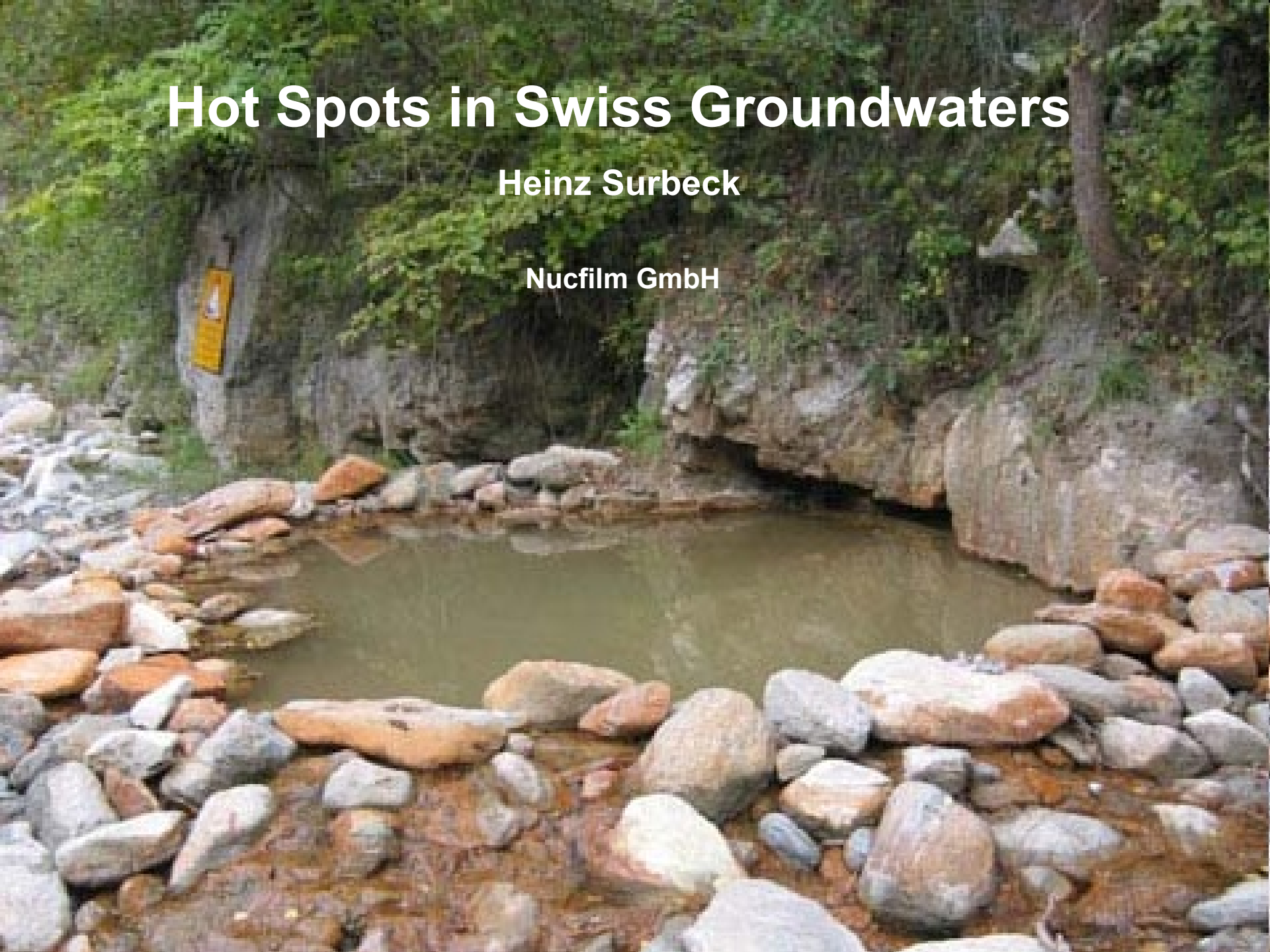
Elena Suvorova



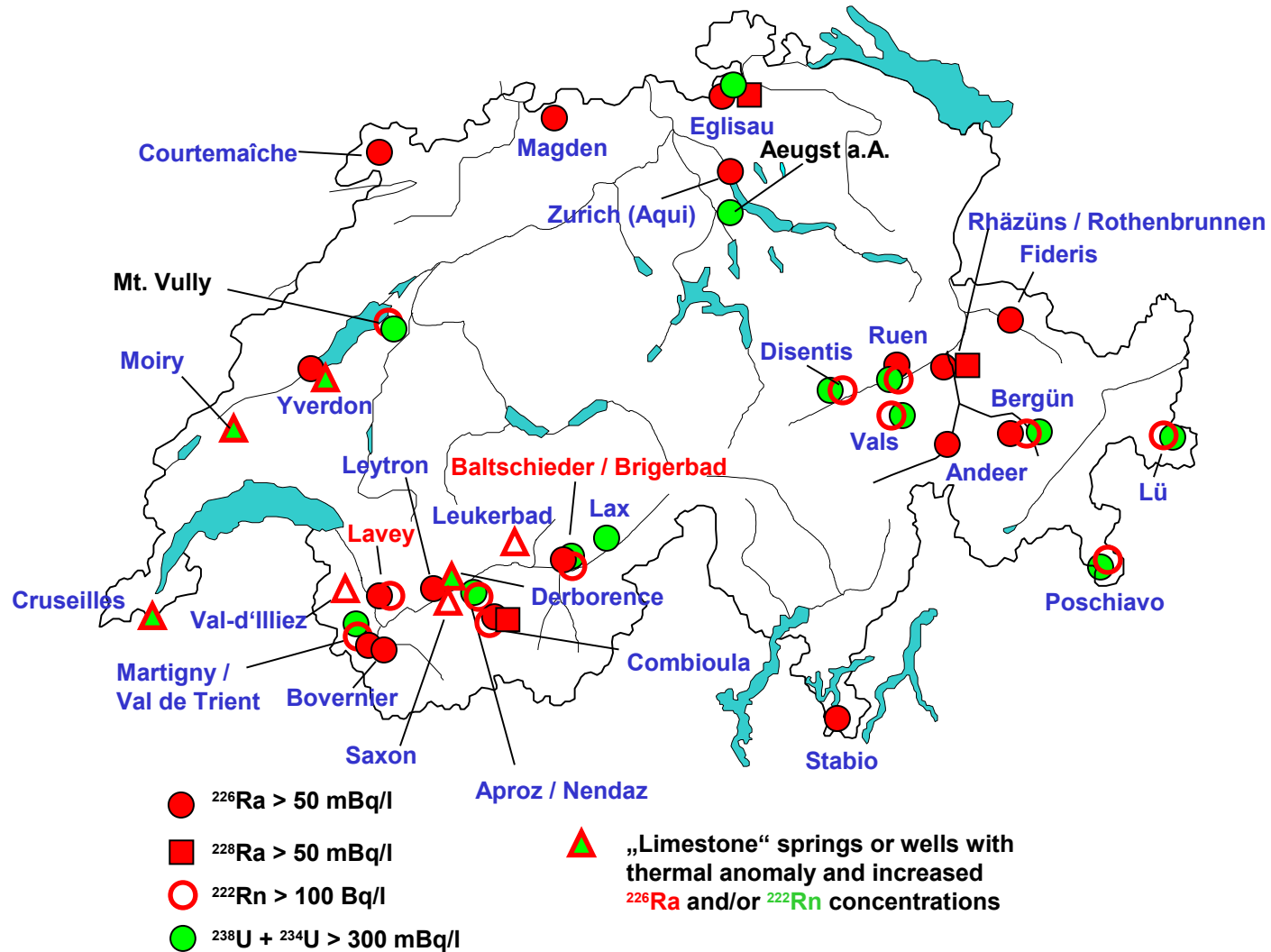
Hot Spots in Swiss Groundwaters

Heinz Surbeck

Nucfilm GmbH



Hot spots linked to **crystalline** and **old sedimentary rocks** (Permian up to Jurassic)



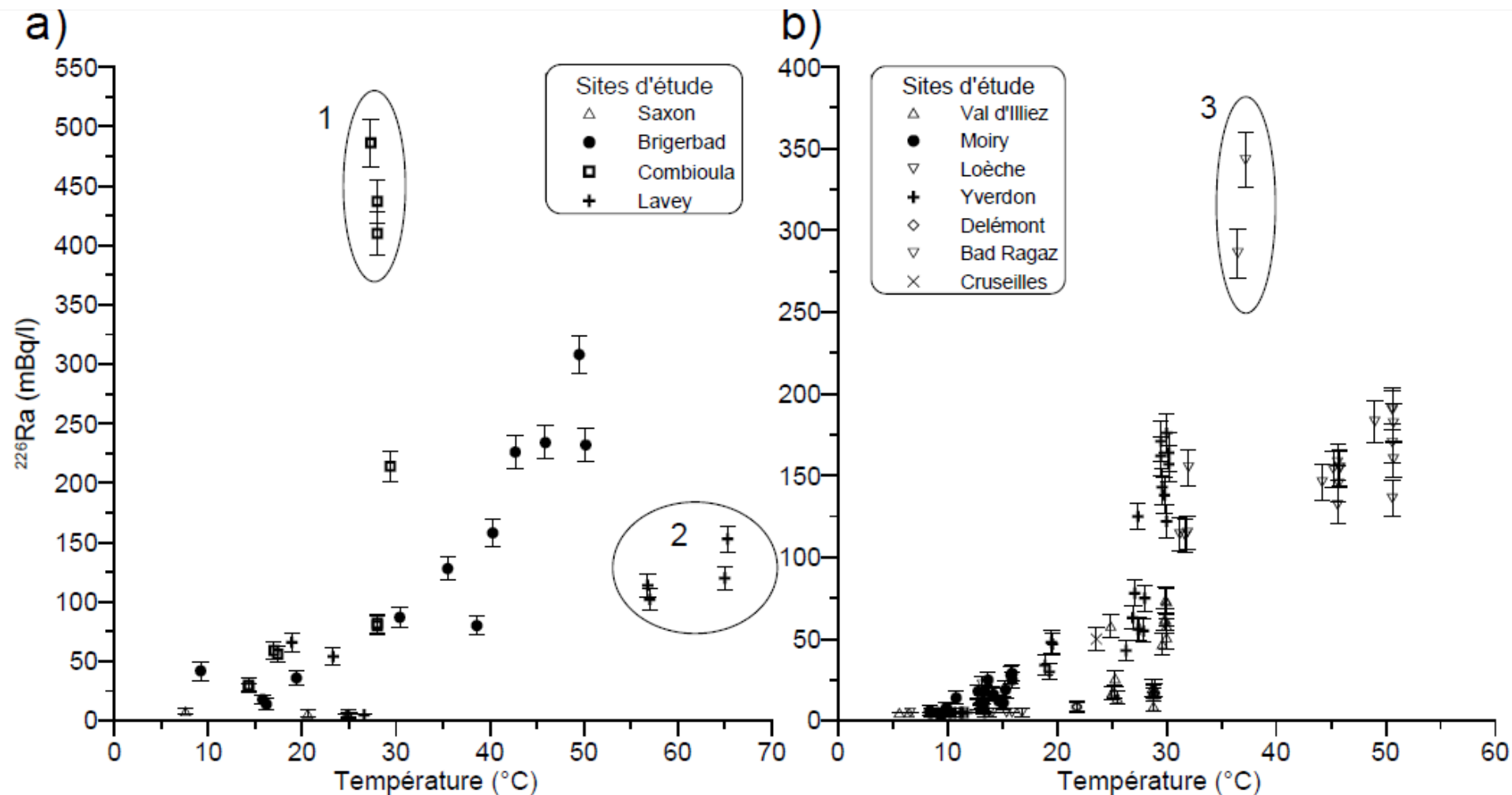
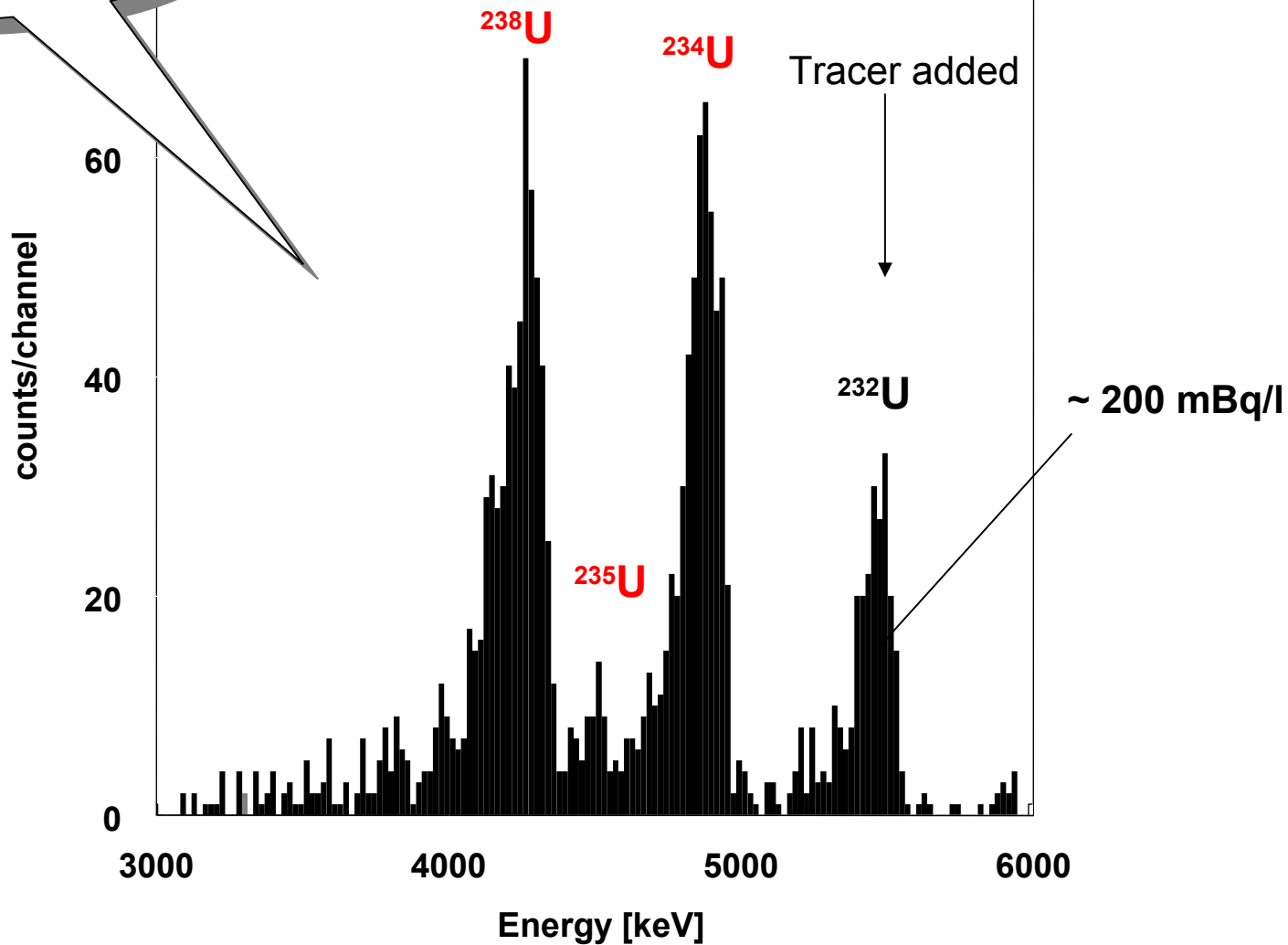


Figure 5.6 : Teneur en ^{226}Ra en fonction de la température. Les deux groupes (graphes a et b) sont les mêmes que ceux de la figure 5.5. 1: forage C3 de la Combioula, 2 : Forage P201 et P600 de Lavey-des-Bains 3 : source thermale de Bad Pfäfers.

**Mineral water
« Ancienne », Aproz**



Radonquelle Disentis

Stärkste radio-aktive Quelle der Schweiz

Neufassung 1952

Bauherr:

R. Turr, Hotel Disentiserhof

Bauleitung:

Techn. Büro Kusatte & Würmli, Chur

Unternehmer:

Ed. Delgrosser & Söhne, Baug. Disentis

Montearbeiten:

Theo. Wondol, Install. Disentis

Radonquelle Disentis
Stärkste radio-aktive Quelle der Schweiz
Neufassung 1952
Bauherr
R. Turr, Hotel Disentiserhof
Bauleitung
Techn. Büro Kusatte & Würmli, Chur
Unternehmer
Ed. Delgrosser & Söhne, Baug. Disentis
Montearbeiten
Theo. Wondol, Install. Disentis

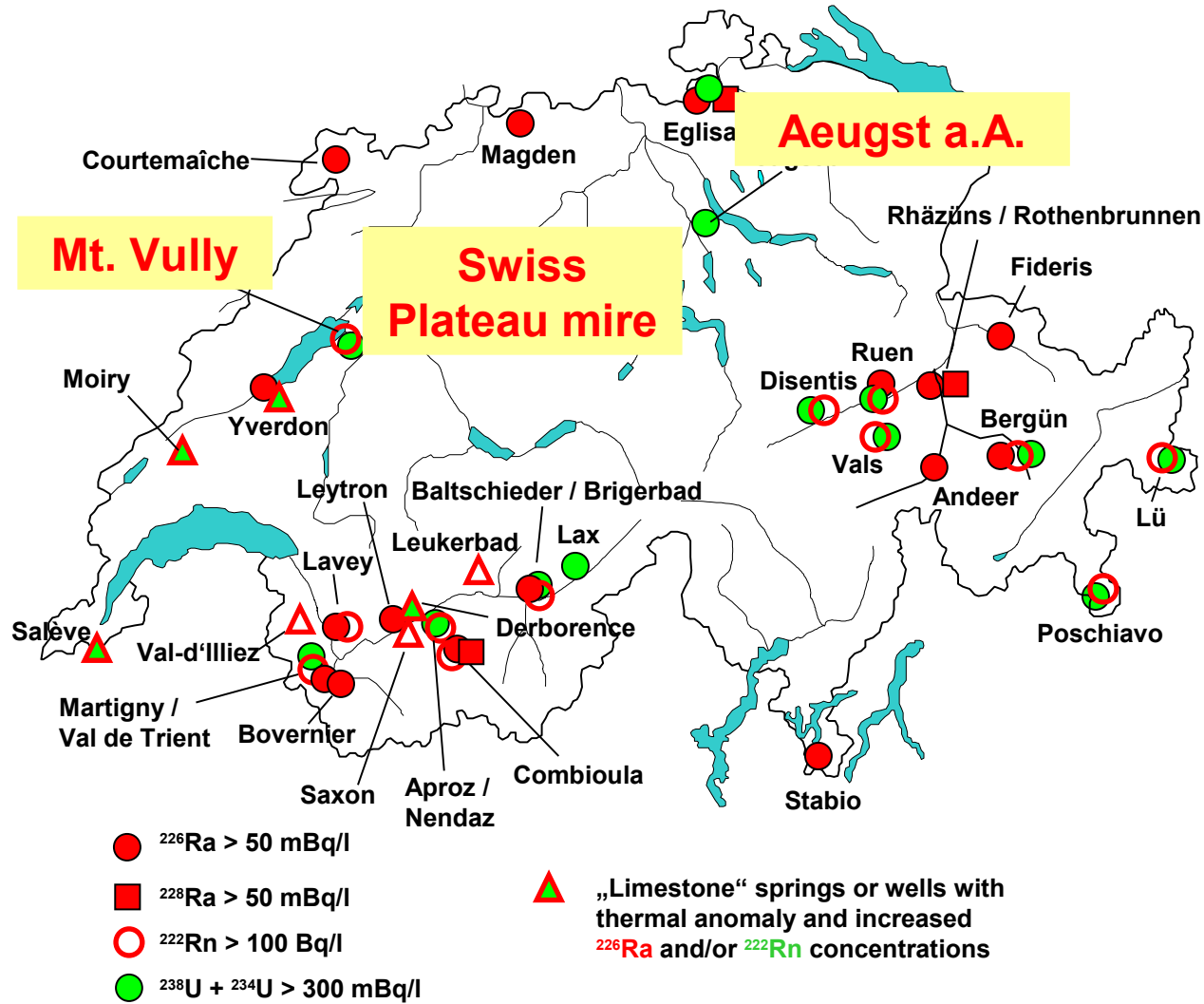
^{222}Rn :

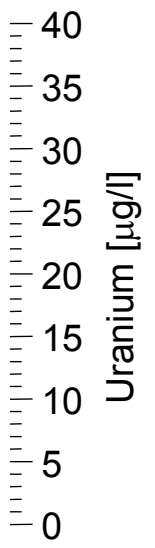
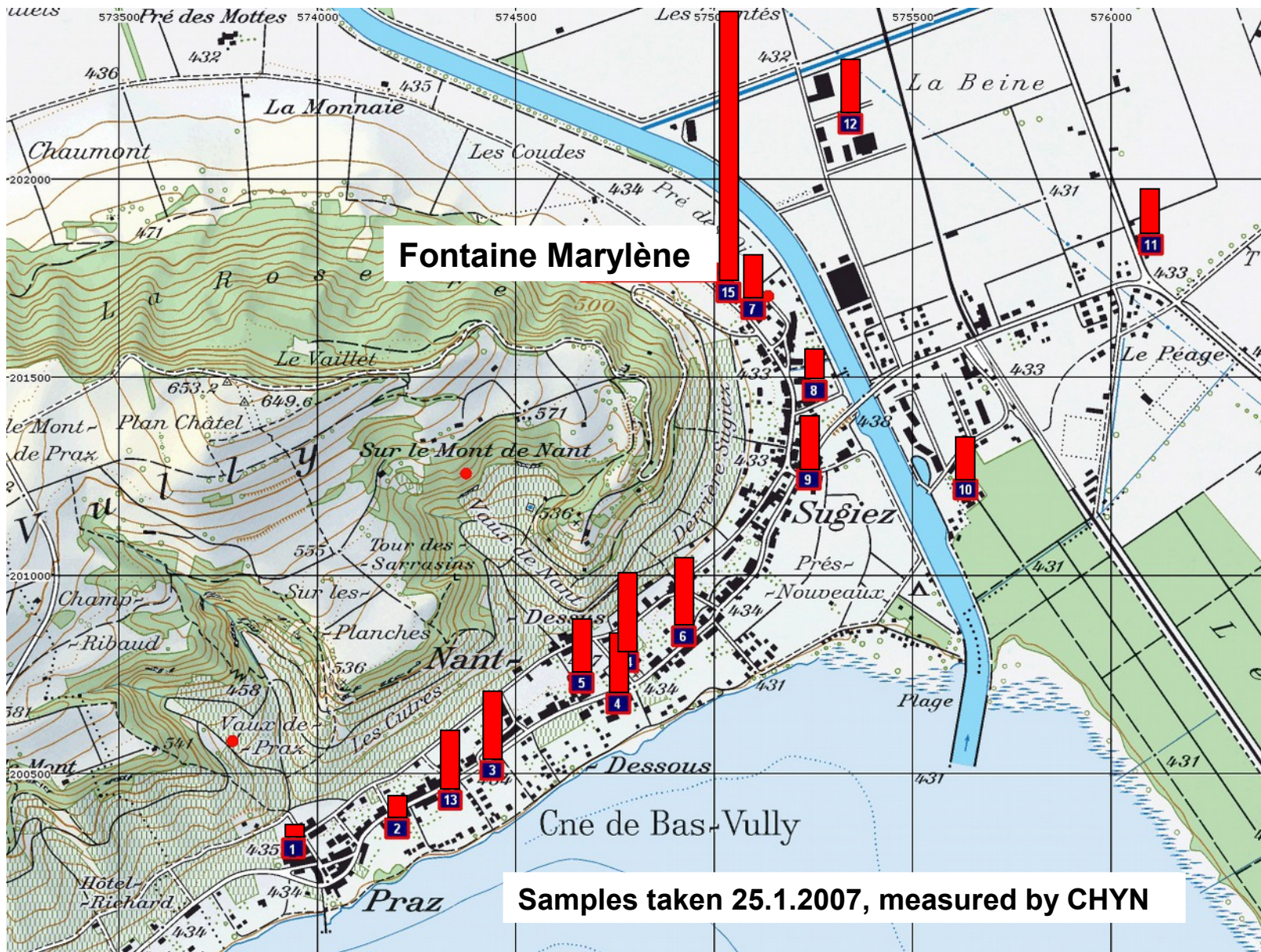
650 Bq/l

Fe-oxihydroxide
precipitation



Hot spots linked to uranium accumulations in young sediments (Molasse and Quaternary)





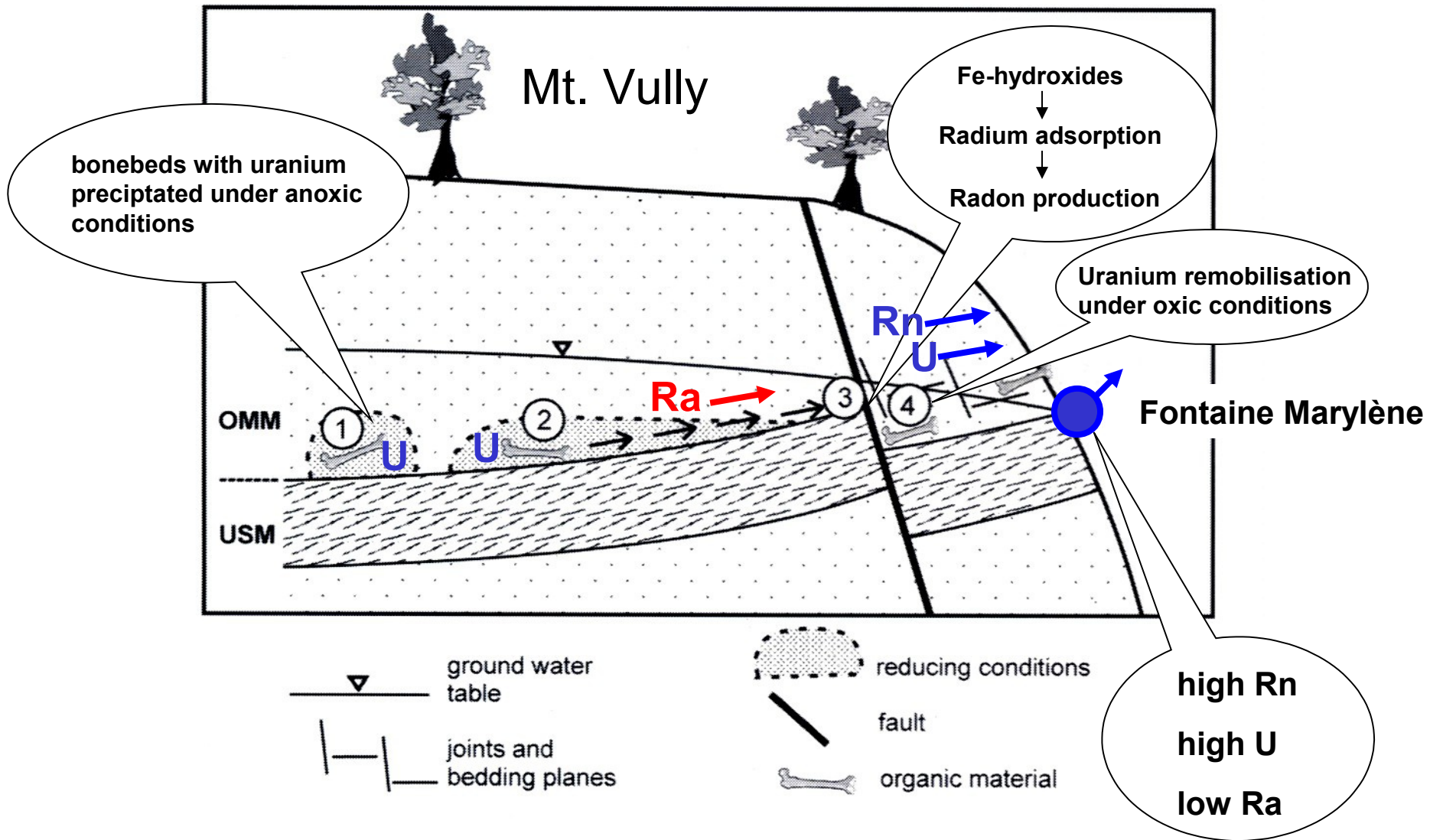


Fig. 5. Synoptical sketch of radionuclide enrichment, mobility and displacement at Mt. Vully and Les Dailles. The numbers indicate processes, which are explained in the text.

C:\alpha\RIE_4B.ASC

Start : elapsed time : 80000s Date = 06-Oct-1987

Counts + 1

nuclide	E[keV]	%	FWHM	tailing
U-238	4136	77	40	80
U-234	4774	72	40	80

Selected lines

nuclide	E[keV]	%
U-232	5321	68.6
U-232	5264	31.2
U-238	4119	23
U-238	4196	77
U-234	4722	28
U-234	4774	72
Th-230	4621	23.4
Th-230	4688	76.3

Library Lib5.alb

peak[keV]

4774

Cursor [keV]

4757

counts

18

area

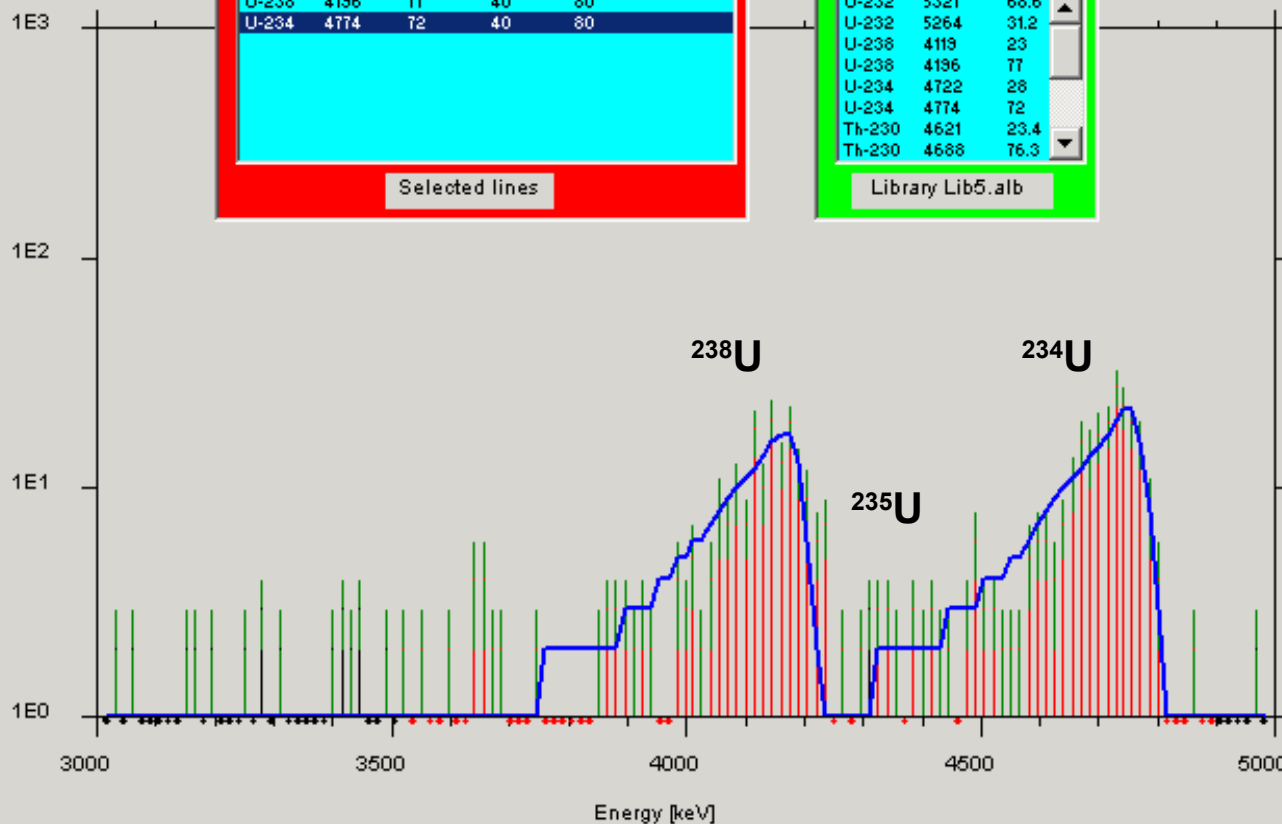
214

Full Scale

lin/log

Offset

Error bars



Energy calib Show results New fit

Select lines Print results Help

Navigation arrows

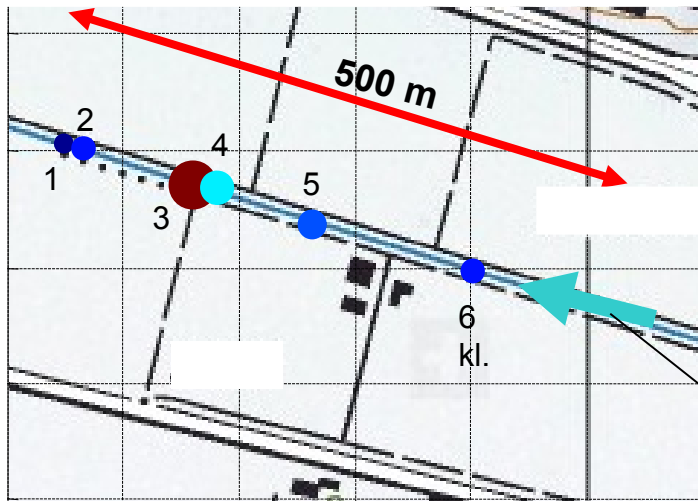
Hardcopy

Tailing [keV] FWHM [keV]

80 40 keV

Riedhof mine, water sample R5, September 10, 2007, sampled by Anja Studer

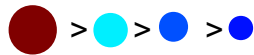
Load Save Edit Det 1 Det 2 Det 3 Det 4 Exit



High uranium concentrations found in groundwater samples of a former mire in the Swiss Plateau

creek flow direction

U in drainage outlets

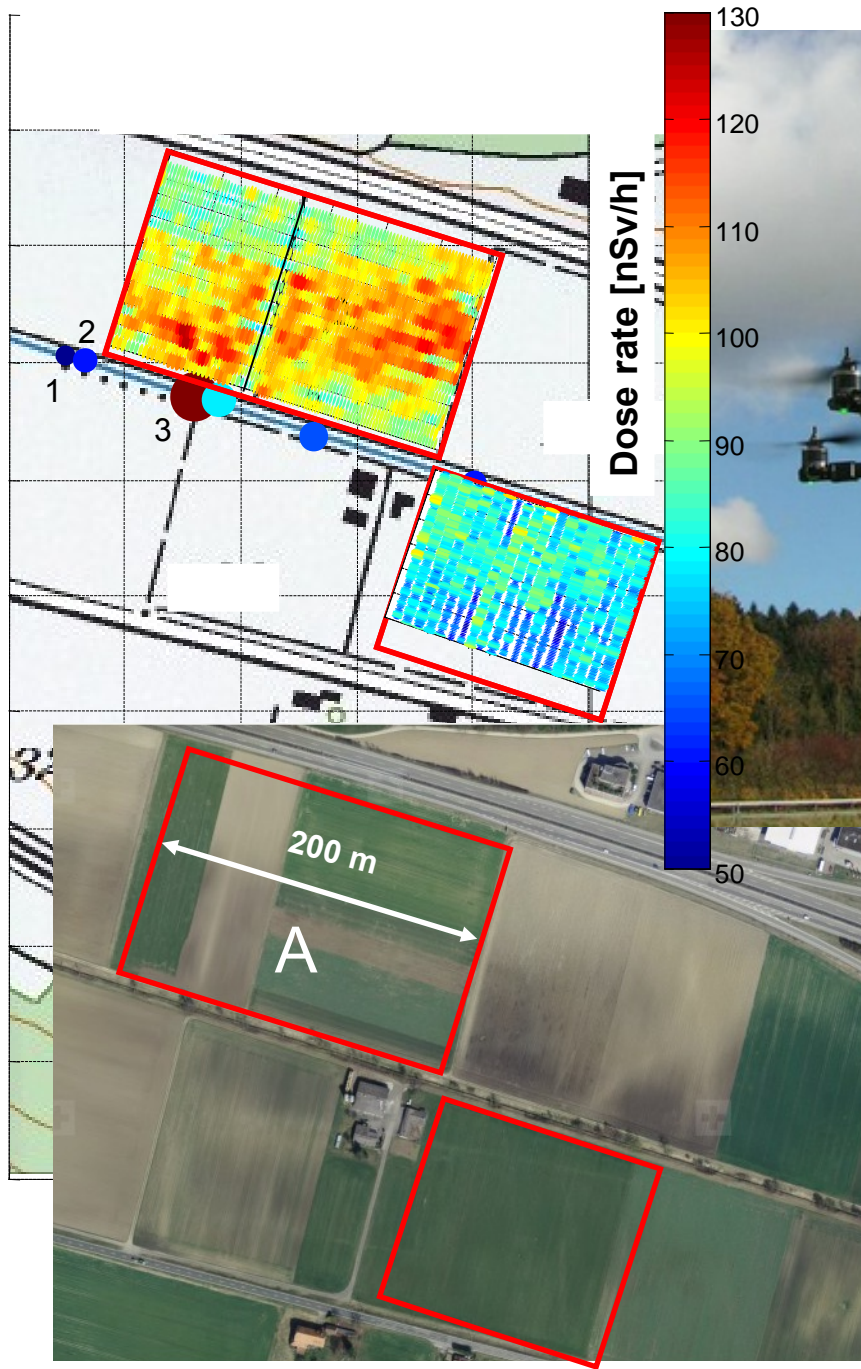


400 µg/l

20 µg/l

Data from :

Franziska Schmidt, BSc thesis, Dept. Earth Sciences, ETH-Zurich, 2013



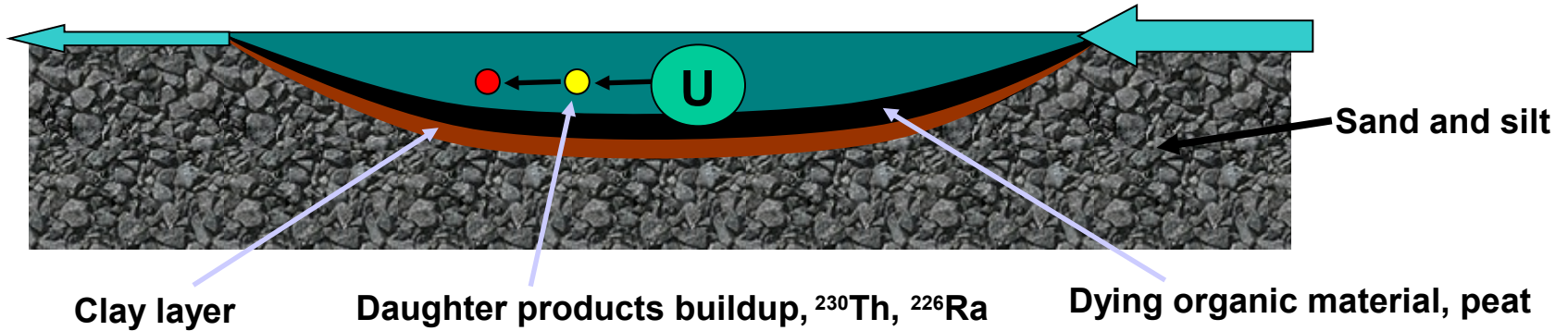
Before ~ 1850

anoxic conditions

oxic conditions

$U^{6+} \rightarrow U^{4+} \rightarrow$ precipitation

U U^{6+}



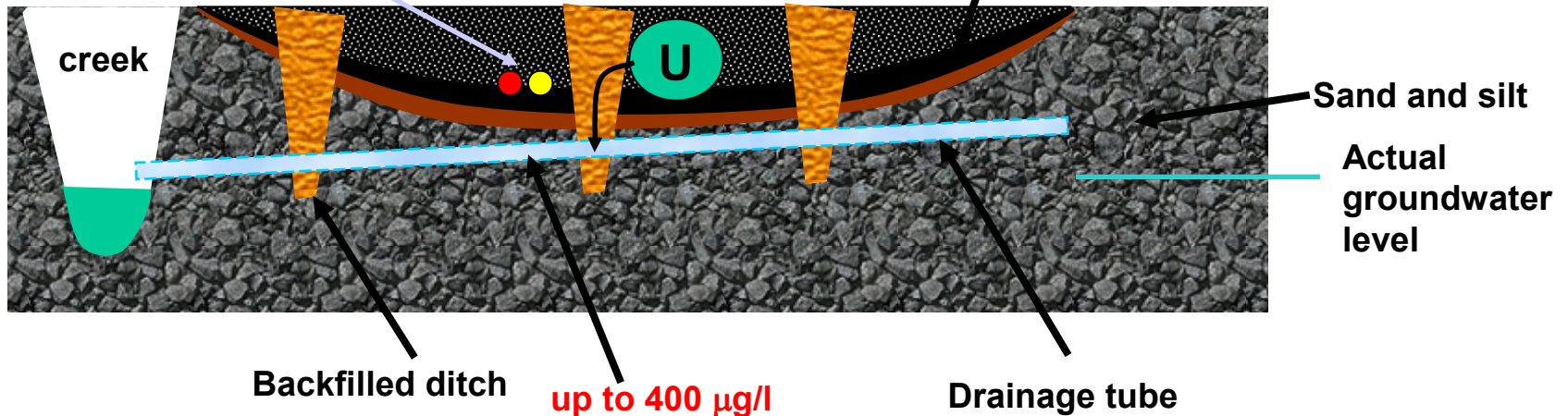
Since ~ 1850

oxic conditions

Daughter products ^{230}Th
and ^{226}Ra not soluble

$U^{4+} \rightarrow U^{6+} \rightarrow$ remobilization

up to 200 ppm U



Thank you for your attention

heinz.surbeck@sensemail.ch

ksurbeck@ethz.ch

www.nucfilm.com



Flüssige radioaktive Abgaben aus Kernkraftwerken

19. Juni 2015
J. Löhle
ENSI



Übersicht

1. Abgabelimitierung als Teil des Bewilligungsverfahrens
2. Abgabeüberwachung gemäss Abgabereglement
3. Berichterstattung national/international
4. Aktionsplan Fukushima: Schadstoffausbreitung in Fließgewässern



Abgabelimitierung als Teil des Bewilligungsverfahrens

Art. 14 Abs. 1 Bst. e KEG:

Die Rahmenbewilligung legt die maximal zulässige Strahlenexposition in der Umgebung der Anlage fest.

Art. 21 Abs. 1 Bst. c KEG:

Die Betriebsbewilligung legt die Limiten für die Abgabe von radioaktiven Stoffen an die Umwelt fest.



Art. 80 Abs. 2 StSV:

Die Bewilligungsbehörde legt im Einzelfall für jeden Betrieb maximal zulässige Abgabegeraten und gegebenenfalls Abgabekonzentrationen fest.

Art. 80 Abs. 3 StSV:

Sie legt die Abgabegeraten und Abgabekonzentrationen so fest, dass der quellenbezogene Dosisrichtwert nach Art. 7 und die Immissionsgrenzwerte nach Art. 102 nicht überschritten werden.

ENSI-Richtlinie G15



Limiten für flüssige radioaktive Abgaben

Anlage	Tritium		übrige Nuklide, gewichtet	max. Dosis bei Ausschöpfung der Limiten [µSv/a]
	[Bq/a]	Bq/a		
KKM	2 · 10 ¹³	4 · 10 ¹¹	Konzentration im Tank [Anzahl LE]	54
KKG	7 · 10 ¹³	2 · 10 ¹¹	100	11
KKB I+II	7 · 10 ¹³	4 · 10 ¹¹	100	11
KKL	2 · 10 ¹³	4 · 10 ¹¹	100	6



Überwachung gemäss Abgabereglemente



Kontrollen durch Betreiber (Beispiel KKB)



Kontrollen durch Behörden

- vierteljährliche Vergleichsmessungen von ENSI, BAG und KKW von Abwasserproben
- jährliche Bilanzierungsinspektionen
- alle fünf Jahre Inspektion des Abwassermonitors
- Kontrolle der Monats- und Jahresberichte der KKW
- Beurteilung von Vorkommissionen
- Umgebungsüberwachungsprogramm (BAG)



Berichterstattung

National:

- ENSI-Homepage (Monatswerte)
- ENSI-Jahresberichte
- Jahresbericht: Umweltradioaktivität Schweiz

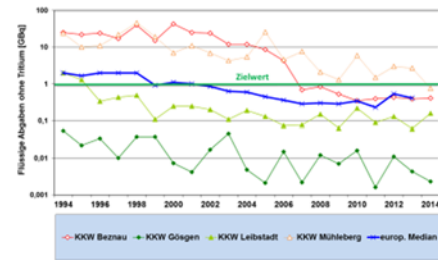
International:

Übereinkommen zum Schutz des Nordost-Atlantiks (OSPAR) – in Kraft seit 1998

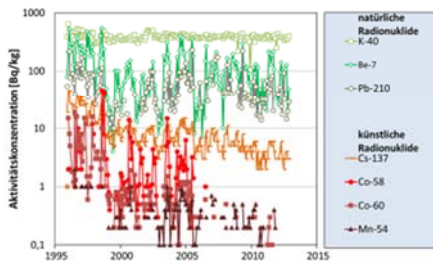
- Datenlieferung für Jahresberichte
- Implementation Report (alle 4-Jahre)



Zeitreihe: Abgabewerte der KKW



Zeitreihe: Radioaktivität in Sedimenten des Rheins bei Pratteln



Aktionsplan Fukushima: Schadstoffausbreitung in Fließgewässern

Voranalyse:

Radiologische Konsequenzen einer Freisetzung des Fukushima-Wasserpfad-Quellterms in Aare/Rhein am Standort der schweizerischen Kernkraftwerke (ENSI-AN-8093)

Quellterm: (1. bis 6. April 2011)

I-131: $3,6 \cdot 10^{15}$ Bq Cs-137: $1,1 \cdot 10^{15}$ Bq



Ingestionsdosen Kleinkind [mSv]:

KKM	KKG	KKB	KKL
51	22	11	6

Externe Strahlendosis bei Aufenthalt am Fluss [mSv]:

KKM	KKG	KKB	KKL
0,9	0,4	0,2	0,1

Aktivitätskonzentrationen [kBq/l]:

KKM	KKG	KKB	KKL	Nuklid	GW FIV
49,2	20,8	10,4	5,7	I-131	0,5
15,0	6,3	3,2	1,7	Cs-137	1,0



Radiologische Bedeutung von GW FIV:

Der Konsum von täglich 2 l Trinkwasser, das mit dem GW FIV kontaminiert ist, führt zu einer jährlichen Folgedosis von rund 10 mSv.



Situationsanalyse:

Radiologische Schadstoffausbreitung in Fließgewässern – Mögliche Auswirkungen auf den Notfallschutz (ENSI-AN-8091)

Ergebnis:

Die bestehenden Abläufe und Massnahmen des Notfallschutzes sind geeignet, um die Menschen zu schützen. In vier Punkten besteht Überprüfungsbedarf.



Arbeitspakete:

1. Überprüfung der Auslegungsfälle hinsichtlich der Freisetzung radioaktiver Stoffe in den Wasserpfad und Erarbeitung eines Konzepts für den Umgang mit grossen kontaminierten Wassermengen nach Extremereignisse. (KKW, ENSI)
2. Überprüfung der Meldewege bei einer Flusskontamination. (NAZ)
3. Überprüfung der Kriterien für die Alarmierung und Einleitung von Schutzmassnahmen. (ENSI)
4. Überprüfung und Ergänzung des Umgebungsüberwachungsprogramms. (BAG)



Ergebnisse zu Arbeitspaket 1:

- Nur bei den Auslegungsfällen *Erdbeben und Überflutung* kann es bei KKB und KKM zu Aktivitätsabgaben in den Fluss oder das Grundwasser kommen.
Dosisbeitrag für Bevölkerung: 3,3 mSv (ohne Sofortmassnahmen)
- Die Erarbeitung des Konzepts für den Umgang mit grossen kontaminierten Wassermengen wird bis Ende 2015 von den KKW abgeschlossen.



Ergebnisse zu Arbeitspakete 3:

Meldepflicht gemäss Abgabereglemente:

- Überschreitung von Kurz- oder Langzeitabgabegrenzen
- Abgaben über nicht vorgesehene Pfade

Meldepflicht gemäss ENSI-B03 (5.1.1.4 h und i):

- Unzulässige radioaktive Abgaben gemäss Abgabereglement (unzulässig bzgl. Menge, Konzentration, Pfad oder fehlender Kontrolle bzw. Bilanzierung)
- Überschreitung der Immissionsgrenzwerte nach Art. 102 StSV



Schwellen für Sofortmassnahmen:

> **Immissionsgrenzwert**
Art. 102 StSV

Information der Trinkwasserentnahmestellen

> **Trinkwasser GW FIV**

Verbot: Trinkwasserentnahme, Bewässerung, Fischen u. Wassersport

Meldet ein KKW eine unzulässige Abgabe, dann prüft das ENSI mit Faustregeln, ob die Schwellen für Sofortmassnahmen erreicht bzw. überschritten wurden.



Faustregeln

(ENSI-AN-8733)

Grundlagen:

ETH im Auftrag der Landeshydrologie

Fließzeiten im Rhein, 1990

Fließzeiten in Aare, 1992

EAWAG im Auftrag des ENSI

Verhalten von Radionukliden in Aare und Rhein, Abschlussbericht 1995

Abflussregime bzw. Abflussmengen:

<http://www.hydrodaten.admin.ch/de>



Einschätzung der Durchflussmenge

[m ³ /s]	Hagneck für KKM	Brügg für Bielersee	Murgenthal für KKG	Stilli für KKB	Rheinfelden für KKL
Niedrigwasser an 18 Tagen im Jahr unterschritten	60	100	150	200	500
Normalwasser Durchschnittlicher Jahresabfluss	200	250	300	600	1000
Hochwasser an 9 Tagen im Jahr überschritten	400	500	600	1200	2000



Berechnung der Aktivitätskonzentration

$$\text{Aktivitätskonzentration} = \frac{\text{Aktivitätsfreisetzungrate}}{\text{Durchfluss}}$$

Annahmen:

- Homogenen Durchmischung
- Ohne Veränderung der chemischen Spezifikation
- Ohne Sedimentation



Aktivitätsfreisetzung KKG, KKB, KKL

Aktivitätskonzentration K an der Wasserentnahmestelle der Stadt Basel:

$$K \left[\frac{\text{Bq}}{\text{m}^3} \right] = \frac{A \left[\frac{\text{Bq}}{\text{h}} \right]}{\Delta T \left[\text{h} \right]} \cdot \frac{1}{3600 \left[\frac{\text{s}}{\text{h}} \right]} \cdot \frac{1}{D_{\text{Rheinfelden}} \left[\frac{\text{m}^3}{\text{s}} \right]}$$

A Freigesetzte Aktivität

ΔT Dauer der Freisetzung in Stunden



Aktivitätsfreisetzung KKM

Aktivitätskonzentration K an der Wasserentnahmestelle der Stadt Biel:

$$K \left[\frac{\text{Bq}}{\text{m}^3} \right] = \frac{1}{3} \cdot \frac{A \left[\frac{\text{Bq}}{\text{h}} \right]}{\Delta T \left[\text{h} \right]} \cdot \frac{1}{3600 \left[\frac{\text{s}}{\text{h}} \right]} \cdot \frac{1}{D_{\text{Hagneck}} \left[\frac{\text{m}^3}{\text{s}} \right]}$$



Verdünnung im Bielersee



Aktivitätsfreisetzung KKM

Aktivitätskonzentration K an der Wasserentnahmestelle der Stadt Basel:

$$\text{Sommer: } K \left[\frac{\text{Bq}}{\text{m}^3} \right] = \frac{1}{4} \cdot \text{Konzentration im Bielersee}$$

$$\text{Winter: } K \left[\frac{\text{Bq}}{\text{m}^3} \right] = \frac{1}{4} \cdot \frac{A [\text{Bq}]}{1,2 \cdot 10^9 [\text{m}^3]}$$



Verdünnung durch
Reuss, Limmat und Rhein



Fließzeiten vom KKG, KKB und KKL bis Wasserentnahme Stadt Basel

[Stunden]	von KKG	von KKB	von KKL
Niedrigwasser	62	43	33
Normalwasser	31	22	18
Hochwasser	18	11	9



Fließzeit vom KKM bis Wasserentnahme Stadt Biel

	Fließzeit [Tage]
Niedrigwasser	6
Normalwasser	6
Hochwasser	6



Fließzeit vom KKM bis Wasserentnahme Stadt Basel

	Fließzeit [Tage]	
	Sommer	Winter
Niedrigwasser	12	76
Normalwasser	9	72,5
Hochwasser	7	71,5
	1 Woche	10 Wochen



Zusammenfassung

• Normalbetrieb:

Die Abgabe von radioaktiven Stoffen in die Fließgewässer ist gesetzlich geregelt. Die Abgaben aus den Kernanlagen sind auf tiefen Niveau. Sie wurden in den letzten 10 Jahren durch Verbesserungen in den Abwassereinigungssystemen signifikant reduziert.

• Störfälle und Extremereignisse:

Bei Extremereignissen sind radiologisch relevante Abgaben in die Fließgewässer nicht auszuschliessen. Die Abläufe und Massnahmen des Notfallschutzes sind jedoch geeignet, um die Bevölkerung zu schützen.



Für mehr Informationen besuchen Sie uns auf:



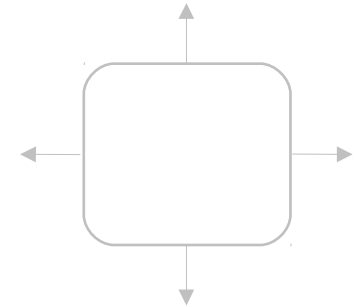
www.ensi.ch
www.ifs.n.ch



http://twitter.com/#!/ENSI_CH



NAZ CENAL



**Radiologische Schadstoffausbreitung
in Fließgewässern:
Alarmierung und Schutzmassnahmen**

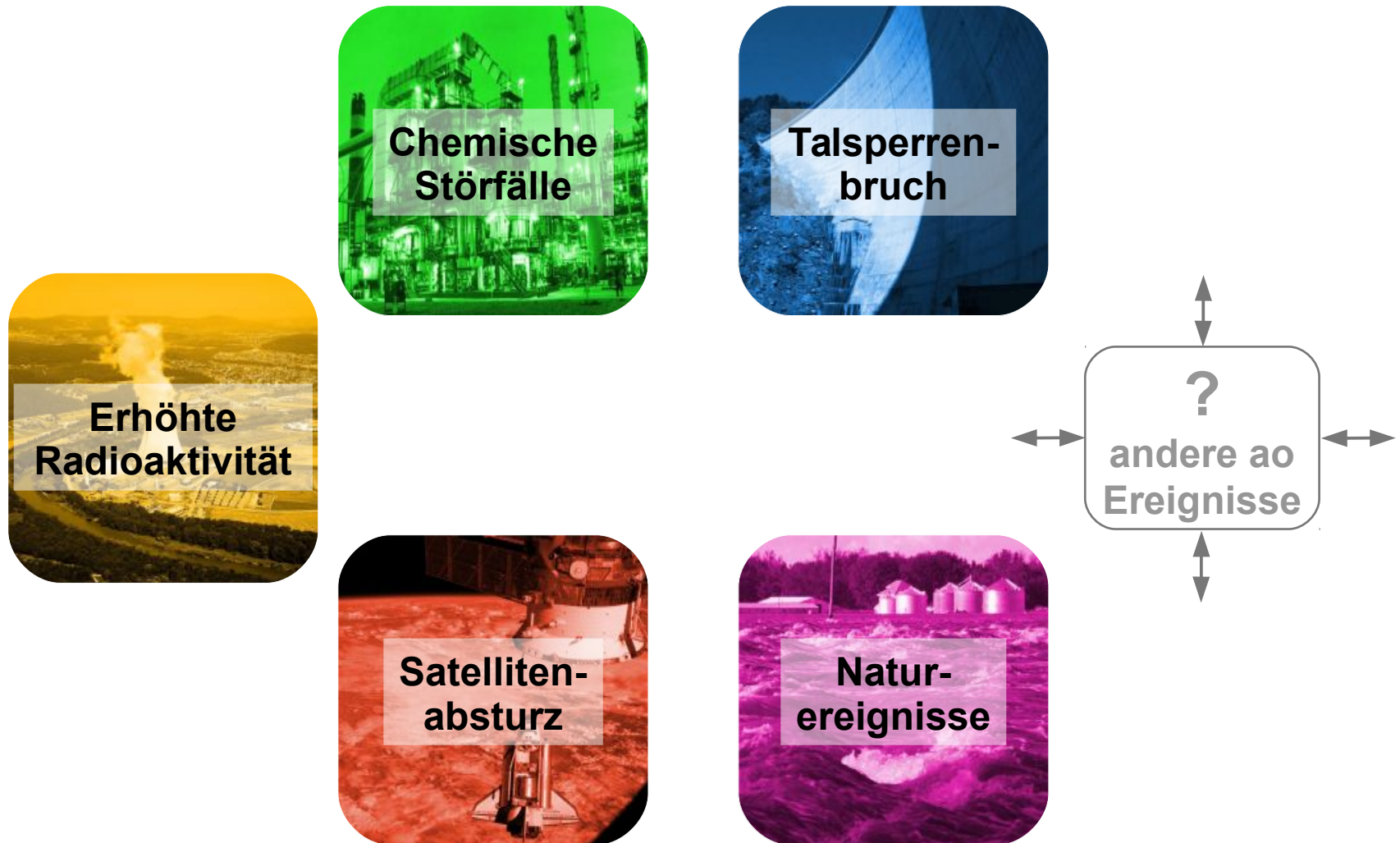
***Propagation de matières radioactives
dans les cours d'eau:
Alarme et mesures de protection***

19.6.2015

**Anna Leonardi
Gerald Scharding**



Einsatzspektrum der NAZ





Einsatzorganisation



Stab BR NAZ

Kernelement Bern

- Übersicht
- Warnung / Alarmierung
- Schutzmassnahmen
- Führungsunterstützung BST ABCN

Ganze NAZ (ca. 25 Personen)

24/365 **Pikettdienst**

Kernteam NAZ (ca. 5 Personen)





Notfall- und Krisenmanagement

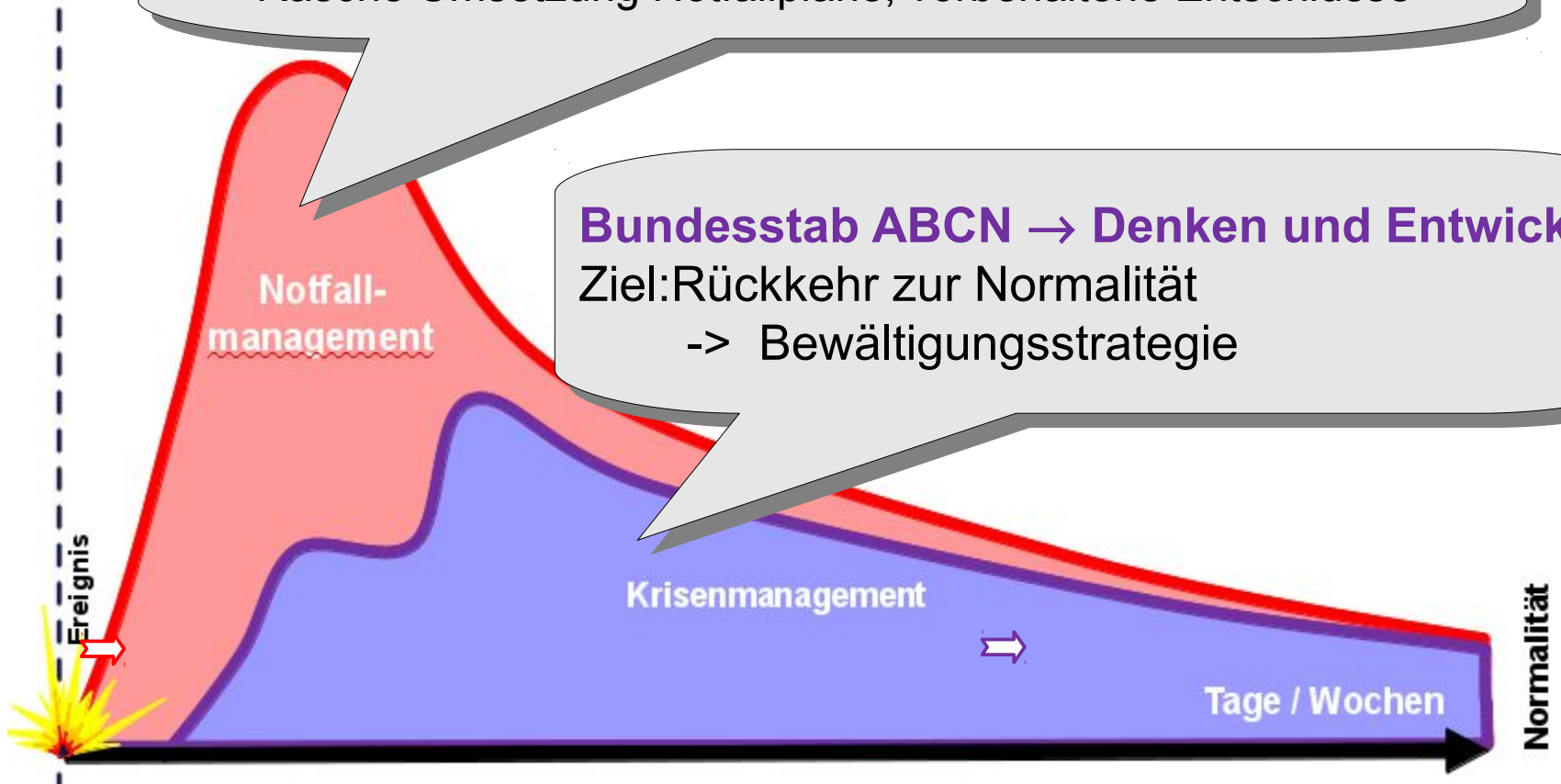


Nationale Alarmzentrale → Handeln und Koordinieren

Ziel: Zeitgerechter und adäquater Schutz der Bevölkerung
-> Rasche Umsetzung Notfallpläne, vorbehaltene Entschlüsse

Bundesstab ABCN → Denken und Entwickeln

Ziel: Rückkehr zur Normalität
-> Bewältigungsstrategie





Rechtliche Grundlagen (Auswahl)

Die ABCN Einsatzverordnung und die VNAZ sind die wichtigsten Grundlagen



ABCN Einsatzverordnung

Aufgaben als Kernelement BST ABCN, permanente Erfassung der bevölkerungsschutzrelevanten Lage, Dosis-Massnahmen-Konzept



Verordnung über die NAZ

Orientierung der Behörden und Information im Ereignisfall, Einsatzorganisation, Probenahme- und Messorganisation



Alarmierungsverordnung

Aufgaben in der Warnung der Behörden und Alarmierung der Bevölkerung



Störfallverordnung, Stauanlageverordnung,
Verordnung über den Stab BR NAZ und weitere
Aufgaben bei einzelnen Szenarien und Teile der Einsatzorganisation



Anordnung von Schutzmassnahmen



Dosisschwellen: erwartete Dosis innert 2 Tagen

Dosismassnahmenkonzept (DMK)

Schutzmassnahme	Dosis*	Dosisschwelle
Aufenthalt im Haus für Kinder, Jugendliche und schwangere Frauen	Eext + inh	1 mSv
Geschützter Aufenthalt (im Haus, Keller oder Schutzraum)	Eext + inh	10 mSv
Vorsorgliche Evakuierung oder geschützter Aufenthalt	Eext + inh	100 mSv
Einnahme von Iodtabletten	HSch,inh,Iod	50 mSv

* *Dosis, welche durch Exposition oder Inkorporation **innerhalb von zwei Tagen** nach dem Ereignis ohne die in Betracht gezogene Schutzmassnahme zu erwarten ist.*

Massnahmen Landwirtschaft

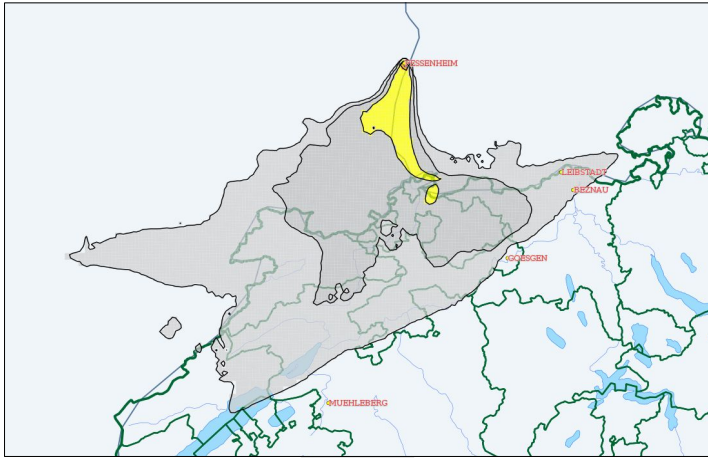
Ein Ernte- und Weideverbot wird vorsorglich angeordnet für diejenigen Gebiete, für die Massnahmen ergriffen wurden, sowie für Gebiete, die in der Windrichtung liegen, wobei dies nur bis zur Landesgrenze bzw. bis zum Alpenkamm gilt.



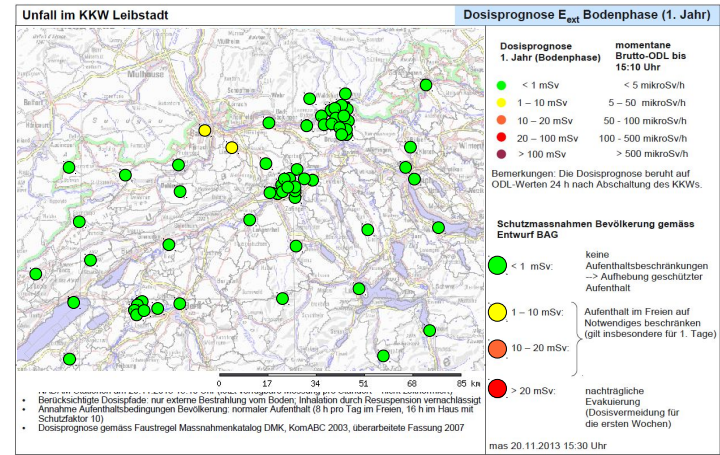
Anordnung von Schutzmassnahmen mit Dosisbezug



Modellen / Prognosen



Messungen / Diagnose



Rechtsgrundlagen (Dosis-Massnahmenkonzept)





Anordnung von Schutzmassnahmen ohne Dosisbezug



Ereignis,
vorbehaltene Entschlüsse

Trigger

Rechtsgrundlagen (Dosis-Massnahmenkonzept)

Massnahmen Landwirtschaft:

Ein Ernte- und Weideverbot wird vorsorglich angeordnet für diejenigen Gebiete, für die Massnahmen ergriffen wurden, sowie für Gebiete, die in der Windrichtung liegen, wobei dies nur bis zur Landesgrenze bzw. bis zum Alpenkamm gilt.





Anordnung von Schutzmassnahmen ohne Dosisbezug



Ereignis,
vorbehaltene Entschlüsse

Trigger

Rechtsgrundlagen (Ereignis) (Rezept)

Massnahmen Landwirtschaft

Ein Ernte- und Weideverbot für diejenigen Gebiete, für die Massnahmen ergriffen werden, die in der Windrichtung liegen, wobei dies nur bis zu einer bestimmten Höhe über dem Alpenkamm gilt.

**Umsetzung IDA NOMEX:
Anpassung Massnahmenkonzept**





Anordnung von Schutzmassnahmen


ohne Dosisbezug

Entwurf

Ereignis,
vorbehaltene Entschlüsse

Trigger

Anpassung der Rechtsgrundlagen (Massnahmenkonzept) *zurzeit in Erarbeitung*

 **Ergänzung zu „Massnahmen in aquatischen Systemen“ geplant**

mögliche Schutzmassnahmen sind:

- *Vorsorgliche Einstellung der Wasserentnahme bei einer erfolgten oder möglichen Überschreitung von vordefinierten Schwellen.
(-> verhindern, dass kontaminiertes Wasser in die Trinkwasseraufbereitung gelangt)*
- *Vorsorgliche Einstellung der Wasserentnahme für landwirtschaftliche Zwecke.*
- *Verhaltensanweisungen an die Bevölkerung (z.B. Badeverbot) zur Vermeidung einer Kontamination oder Ingestion*



Anordnung von Schutzmassnahmen



Entwurf

Meldung aus Kernanlage / ENSI
(Überschreitung Abgabelimiten)

Alarmmeldung Messsonde

Absprachen / Überprüfungen
(z. B. Vermeidung Fehlalarme)

Pikett NAZ alarmiert die Kantone

Weitere Tätigkeiten im Rahmen der
Notfallorganisation

Nächste Schritte: Meldewege



Für ein Ereignis in einem Kernkraftwerk mit einer Freisetzung von radioaktiven Stoffen sind die Meldewege hinsichtlich folgender Aspekte zu überprüfen:
Les voies de notification pour le cas d'un rejet de radioactivité dans une rivière sont à vérifier concernant:

- 1)
 - Alarmierung aller durch die Einleitung betroffene Kantone
 - *L'alarme des cantons concernés par le rejet*
- 2)
 - Integration des BAFUs in den Alarmierungsprozess, in seiner Funktion als „Hochwasserwarner“. Bei einem Hochwasser können auch der Murten- und Neuenburgersee kontaminiert werden. In einem solchen Fall müssen zusätzlich die Kantone FR, NE, VD alarmiert werden
 - *L'intégration de l'OVEV dans sa fonction d'instance d'avertissement en cas de crues dans les processus d'alarme. Lors de montées d'eaux, les lacs de Morat et de Neuchâtel peuvent également être contaminés. Les cantons de FR, NE et VD doivent donc aussi être alarmés*
- 3)
 - Alarmierung der Wasserversorger
 - *Alarme des producteurs d'eau potable*
- 4)
 - Alarmierung der Internationalen Hauptwarnzentrale des „Internationalen Warn- und Alarmdienst Rhein“ in Basel
 - *Alarme de la centrale internationale d'alarme du „Internationaler Warn- und Alarmdienst Rhein“ à Bâle*



Nächste Schritte: Testen



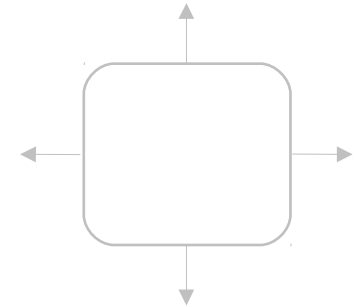
Übungen

- 1)
 - *Durchführung einer Table Top Übung: 2015*
 - *Exercice TableTop: 2015*

- 2)
 - *Durchführung von Alarmübungen*
 - *Exercices d'alarme*



NAZ CENAL



**Radiologische Schadstoffausbreitung
in Fließgewässern:
Alarmierung und Schutzmassnahmen**

***Propagation de matières radioactives
dans les cours d'eau:
Alarme et mesures de protection***

19.6.2015

**Anna Leonardi
Gerald Scharding**



Wir schaffen Wissen – heute für morgen

Paul Scherrer Institute and Bern University
Prof. Dr. Andreas Türler

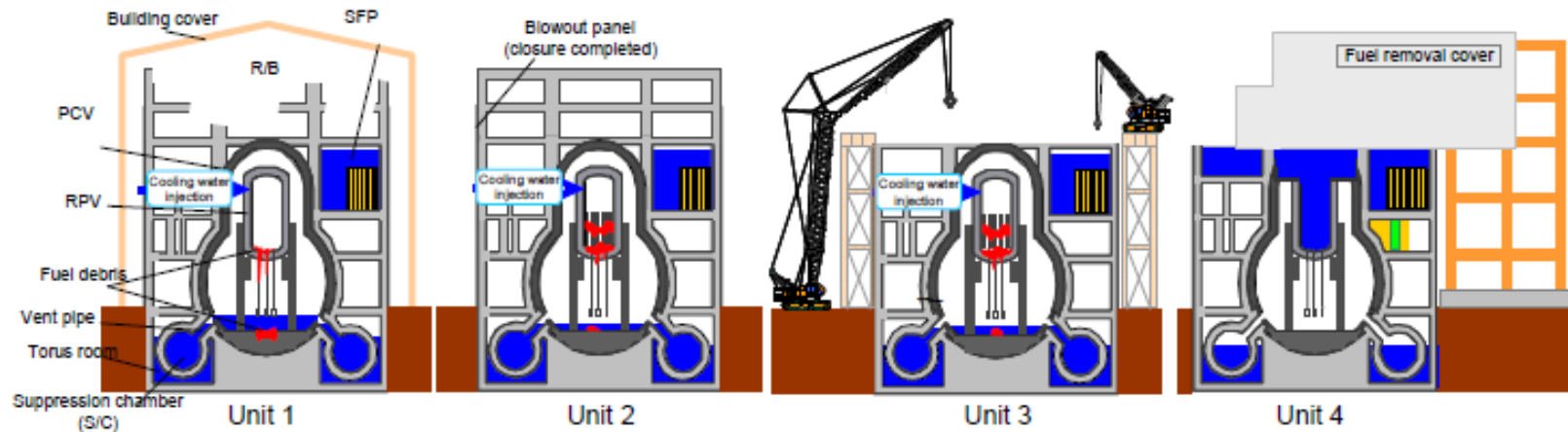
Neue Ansätze aus der Grundlagenforschung zur
Dekontaminierung von Wässern



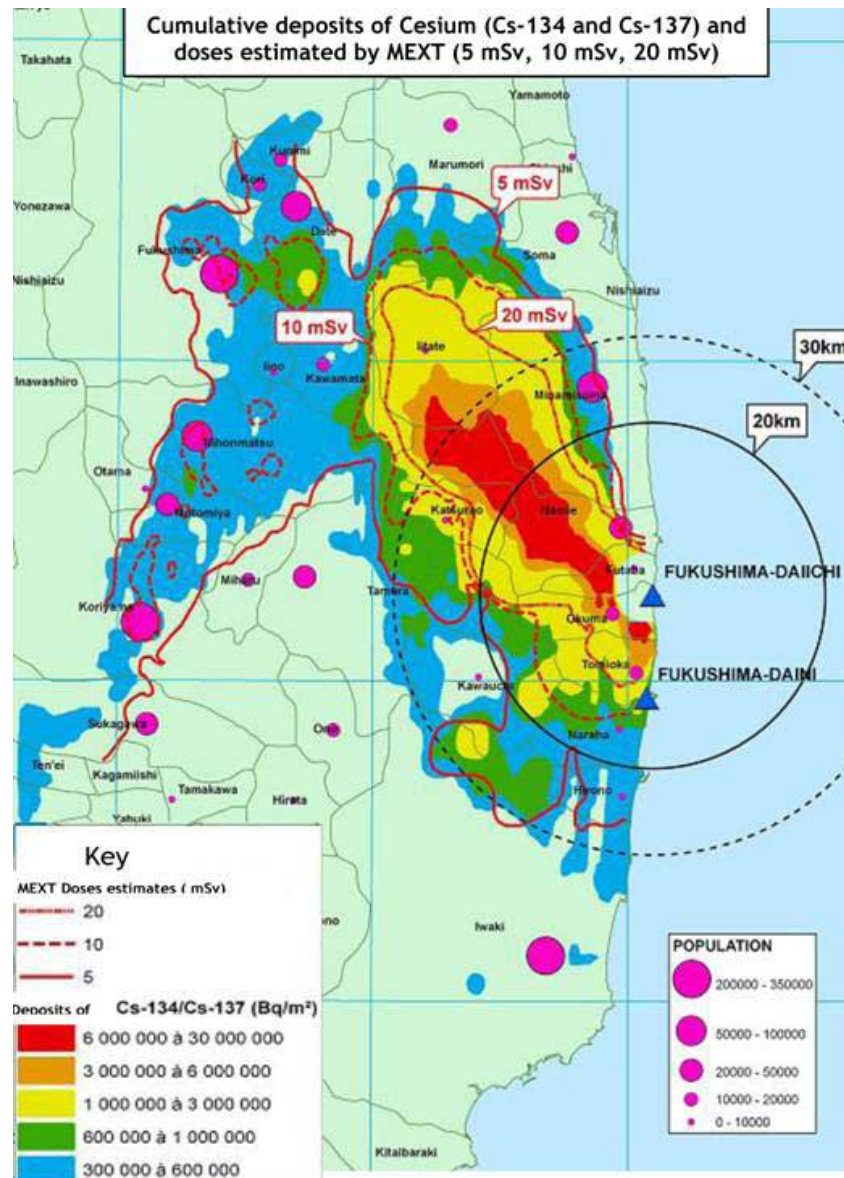
1. Reactor Cooling Status: Individual Unit Status

4

■ Cold shutdown state continues to be maintained at each unit

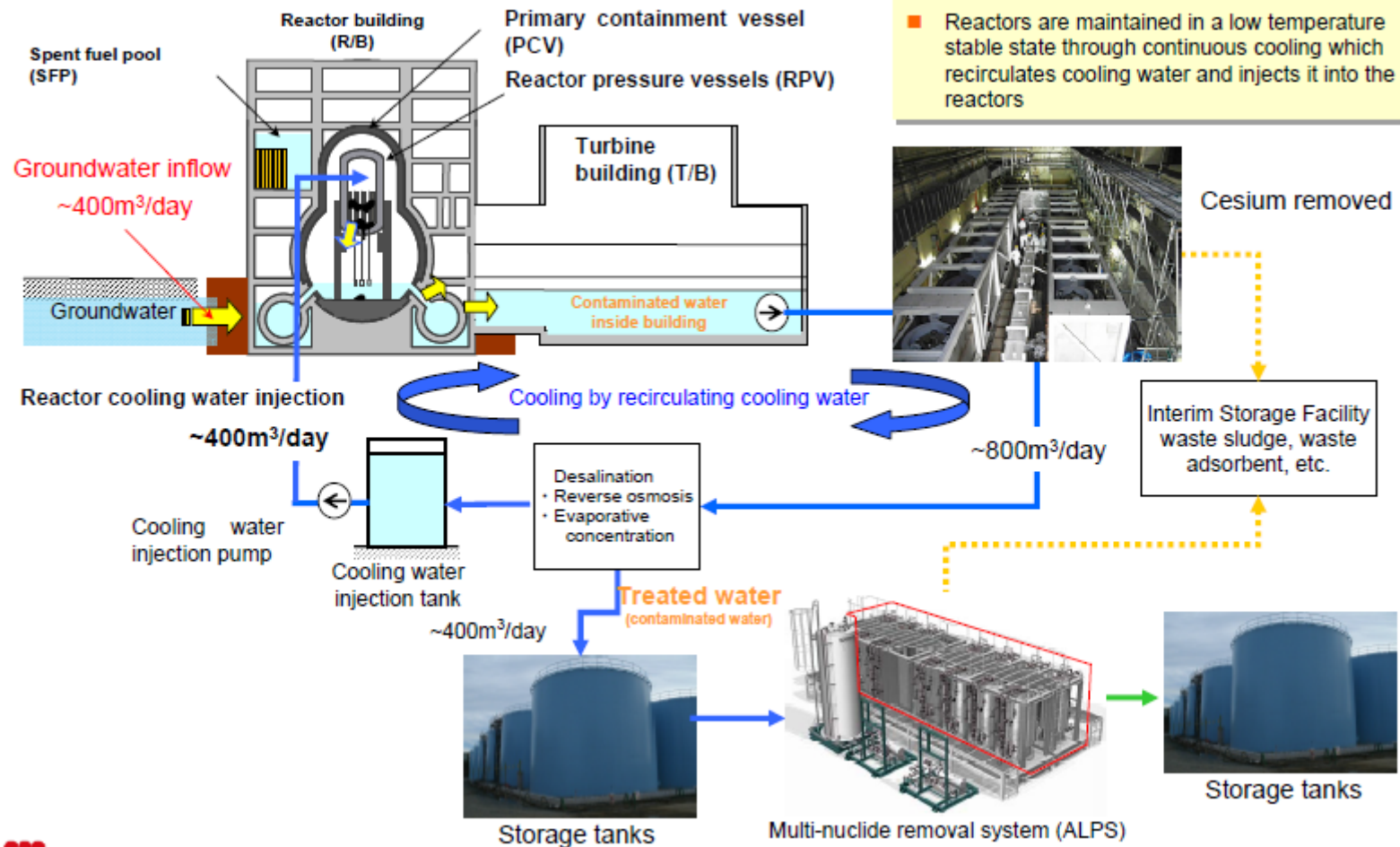


RPV bottom temp. [°C]		PCV internal temp. [°C]		Fuel pool temp. [°C]		Reactor cooling water vol.	
Unit 1	~16°C	Unit 1	~16°C	Unit 1	~20°C	Unit 1	Feed water system: 2.3m ³ /h Core spray system: 2.0m ³ /h
Unit 2	~25°C	Unit 2	~25°C	Unit 2	~15°C	Unit 2	Feed water system: 2.0m ³ /h Core spray system: 2.5m ³ /h
Unit 3	~22°C	Unit 3	~20°C	Unit 3	~15°C	Unit 3	Feed water system: 2.0m ³ /h Core spray system: 2.5m ³ /h
Unit 4	—	Unit 4	—	Unit 4	~19°C	Unit 4	—

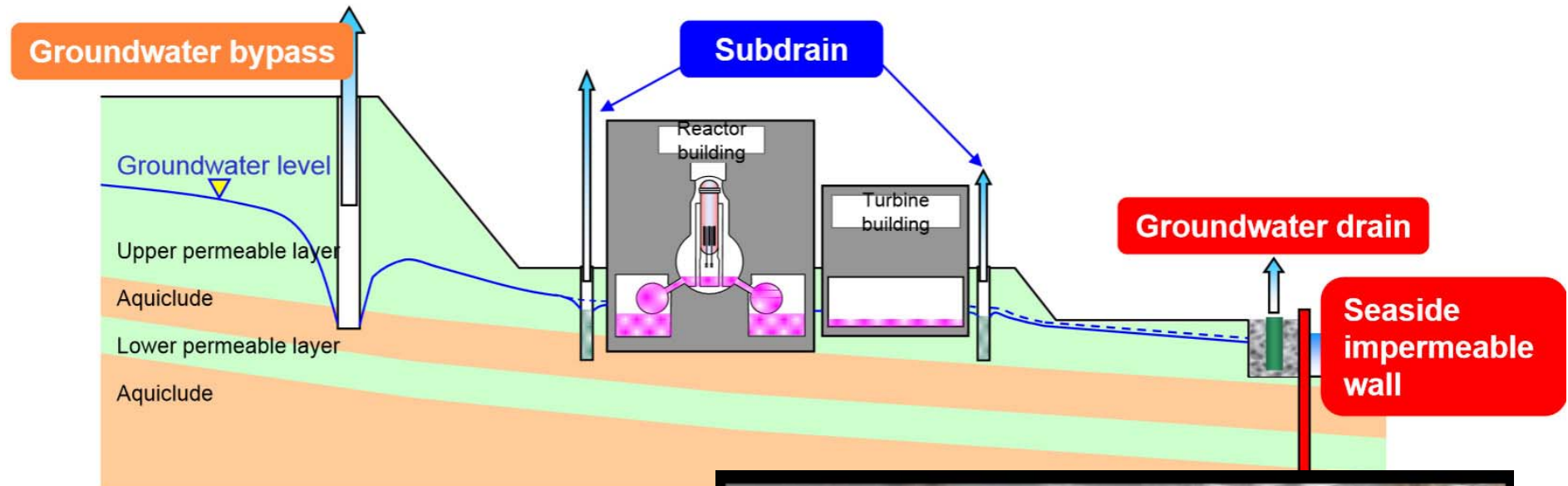


1. Reactor Cooling Status: Cooling by Recirculating Cooling Water

3





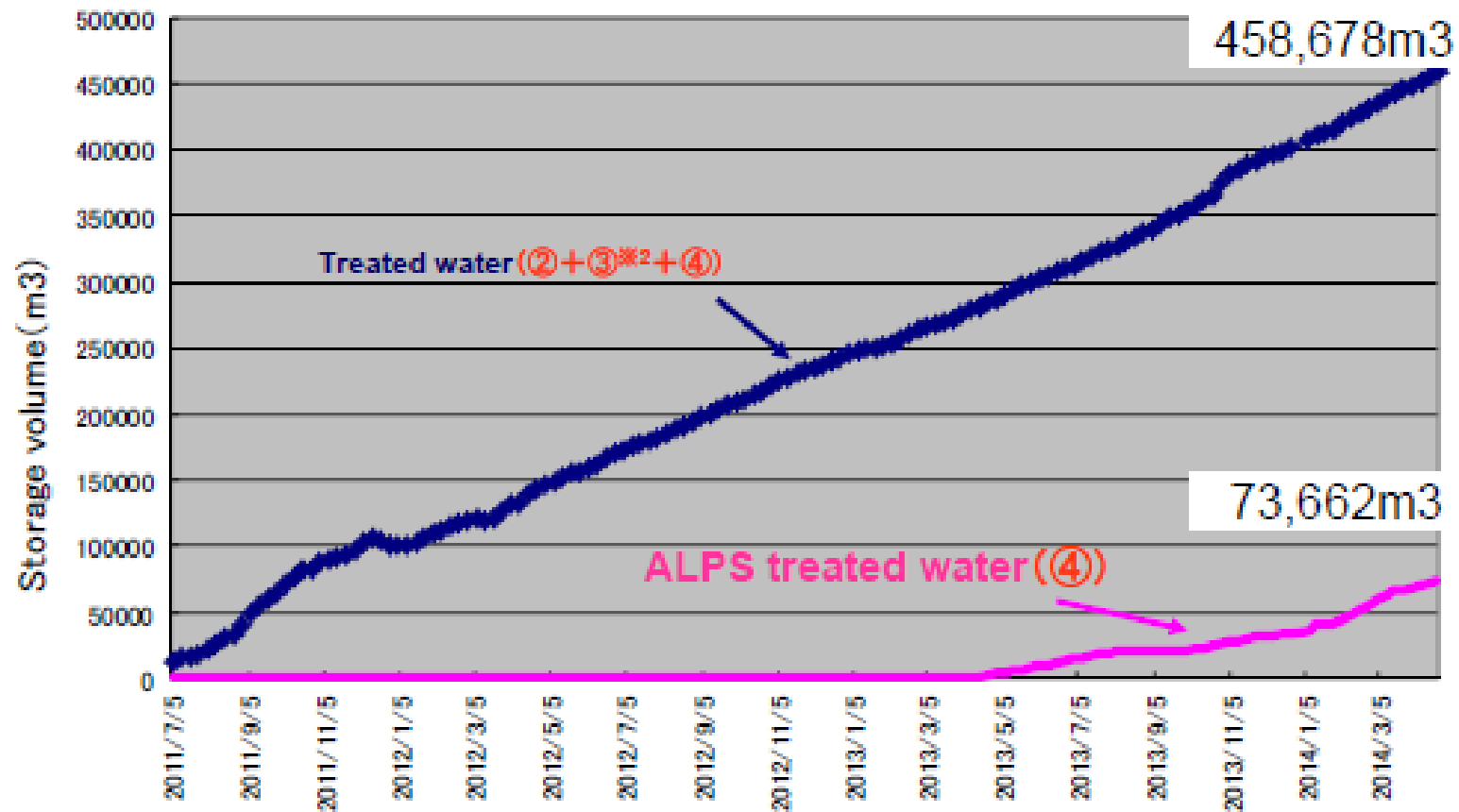


Kühlung:	400 m ³ / Tag
kontaminiertes Grundwasser:	300-400 m ³ / Tag
Dekontaminationerts Wasser:	-400 m ³ / Tag
Zuwachs heute:	ca. 300 m ³ / Tag
Lagerkapazität heute:	ca. 900'000 m ³



Stetige Volumenzunahme!

Volume of Treated Water Stored*1



SonntagsZeitung

Zufallsfund: Radioaktives Cäsium am Grund des Bielersees

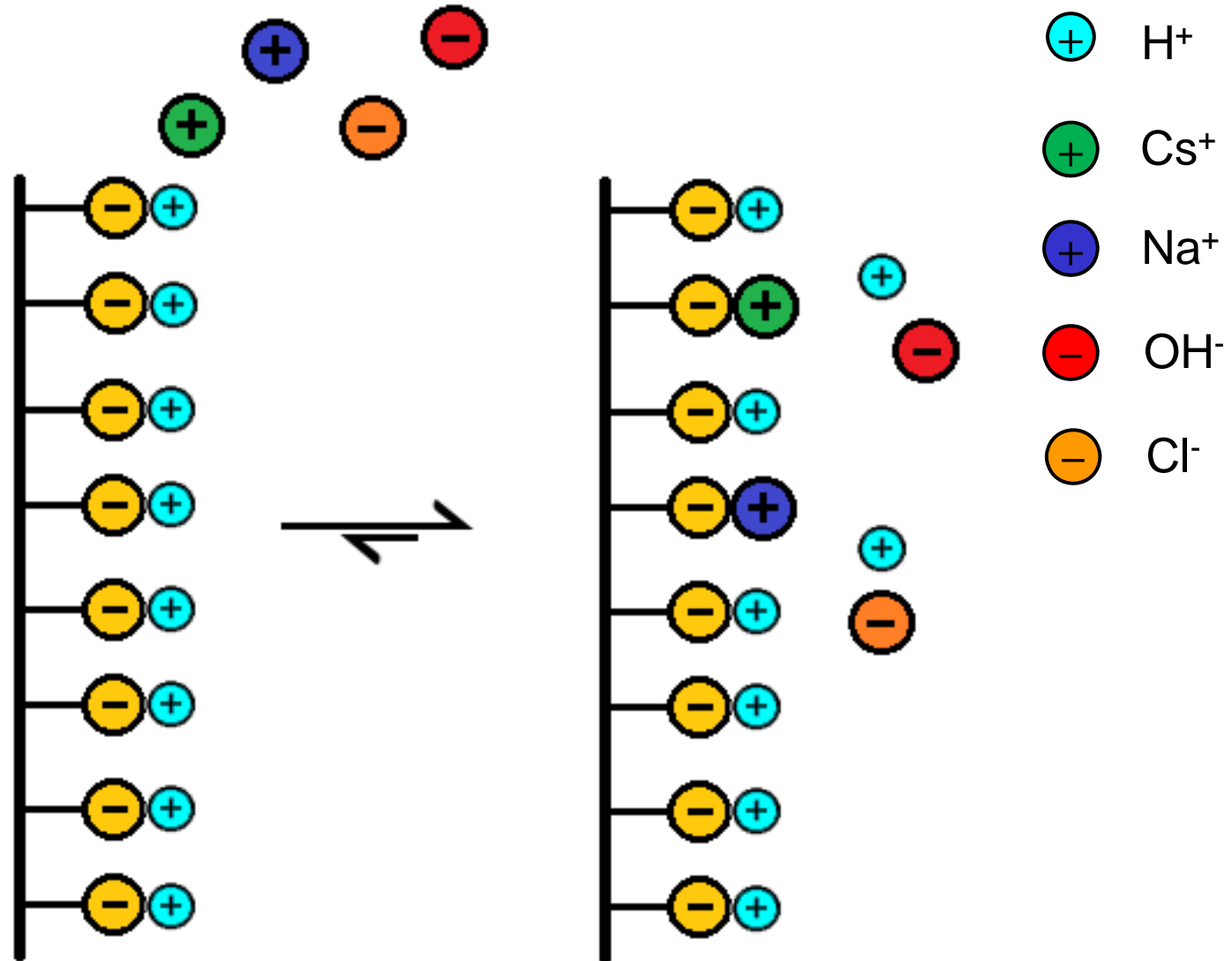
Beitrag vom 13.07.2013

Geologen überzeugt: Verseuchtes Material kommt vom AKW Mühleberg. Im Fall einer Havarie existiert kein funktionierendes Notfallsystem für die Aare - Bieler Trinkwasser wird nicht auf Radioaktivität untersucht

Ionenaustauscher spielen eine zentrale Rolle:

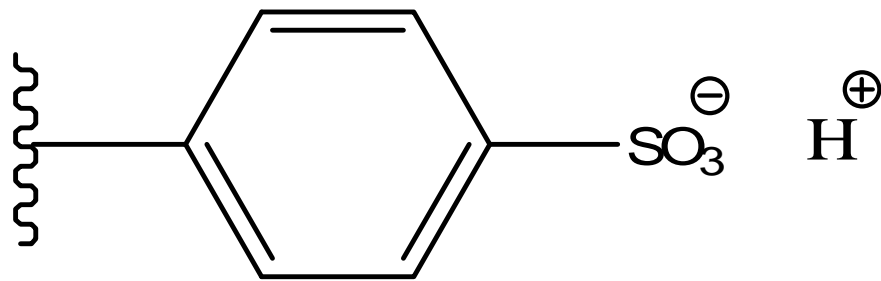
- Im täglichen Leben: Brita-Filter entfernen Ca-Ionen
- In der chemischen Analytik
- In der chemischen Industrie
- In der Kernindustrie



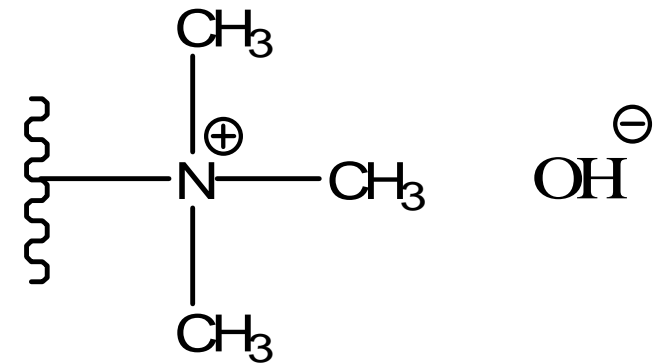


Anforderungen an einen industriell nutzbaren Cs-Filter?

- Höchste Selektivität für Cs (und ev. Sr)
- Hohe Kapazität
- Bestmögliche Strahlenhärte ($>10^7$ Gy)
- pH-beständig gegenüber Säuren und Laugen (breiter effektiver pH Bereich)
- Thermisch beständig
- Chemisch beständig (z.B. gegenüber organischen Lösungsmitteln)
- Schnelle Ionenaustauschkinetik
- Nicht toxisch
- Konditionierbar für die Endlagerung (i.e. für die Verglasung)
- Im Tonnen-Massstab herstellbar



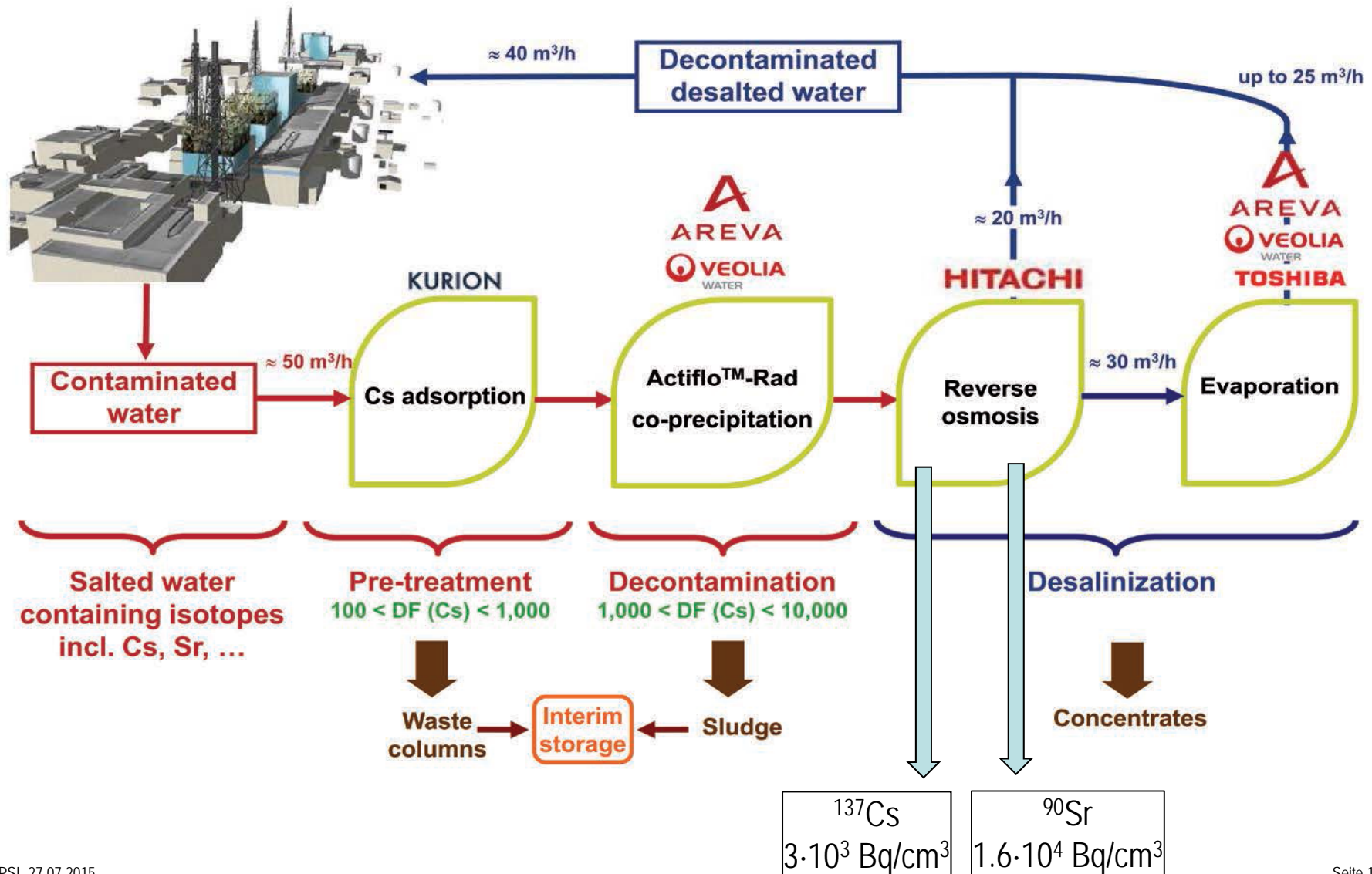
Kationenaustauscher

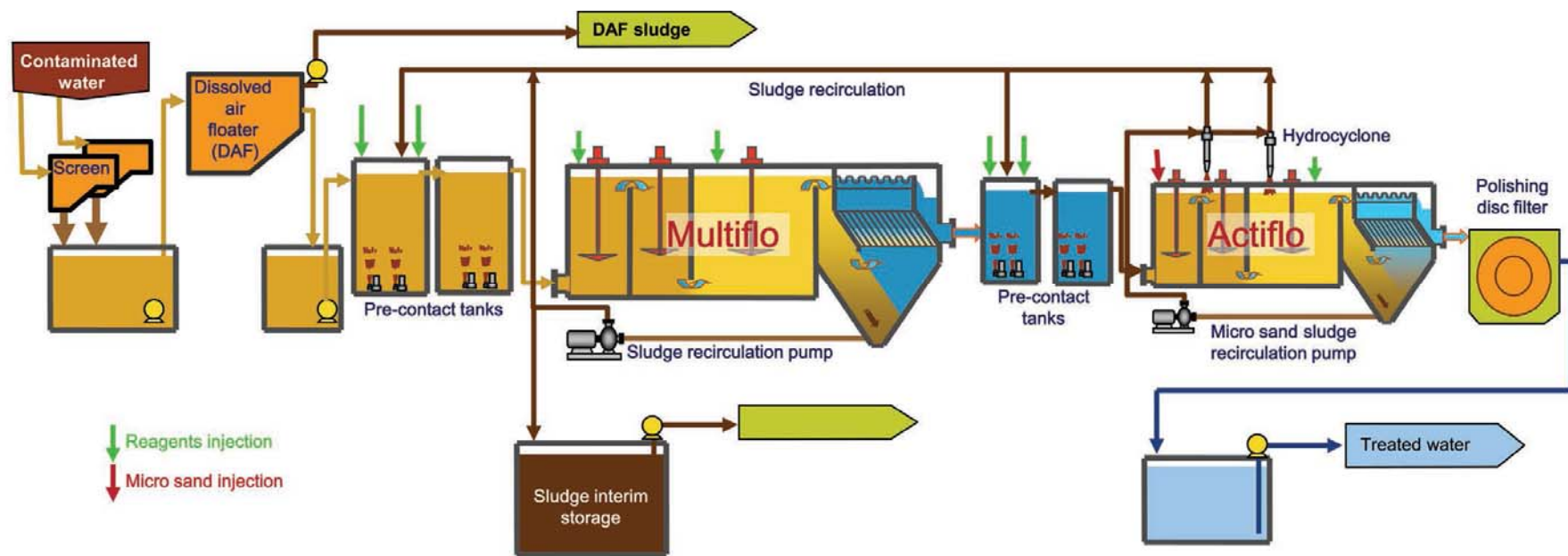
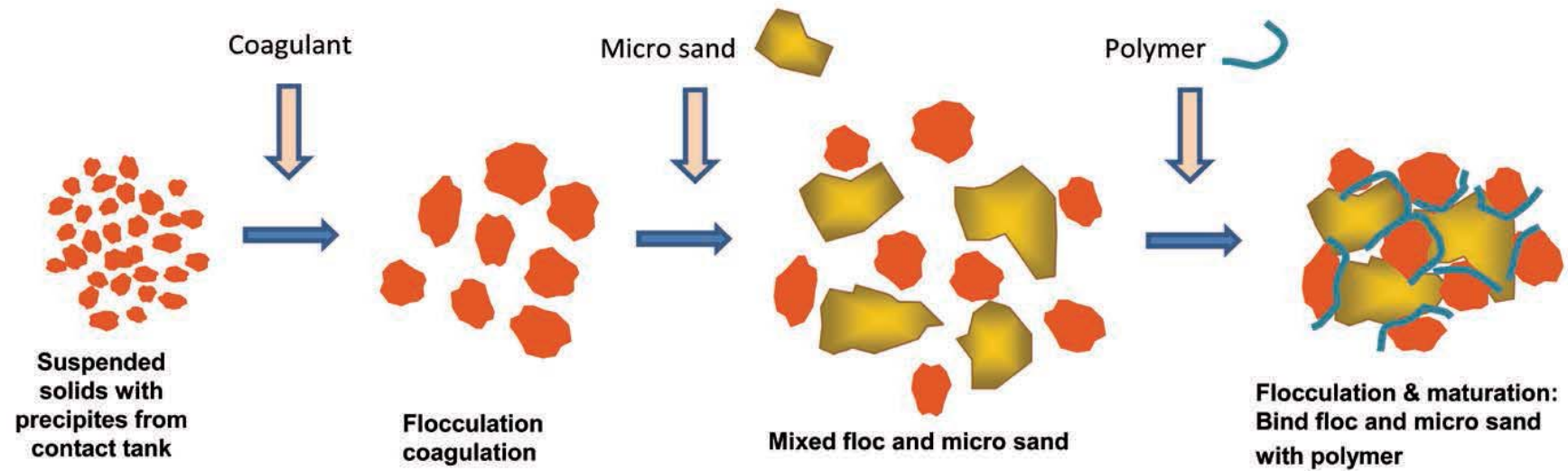


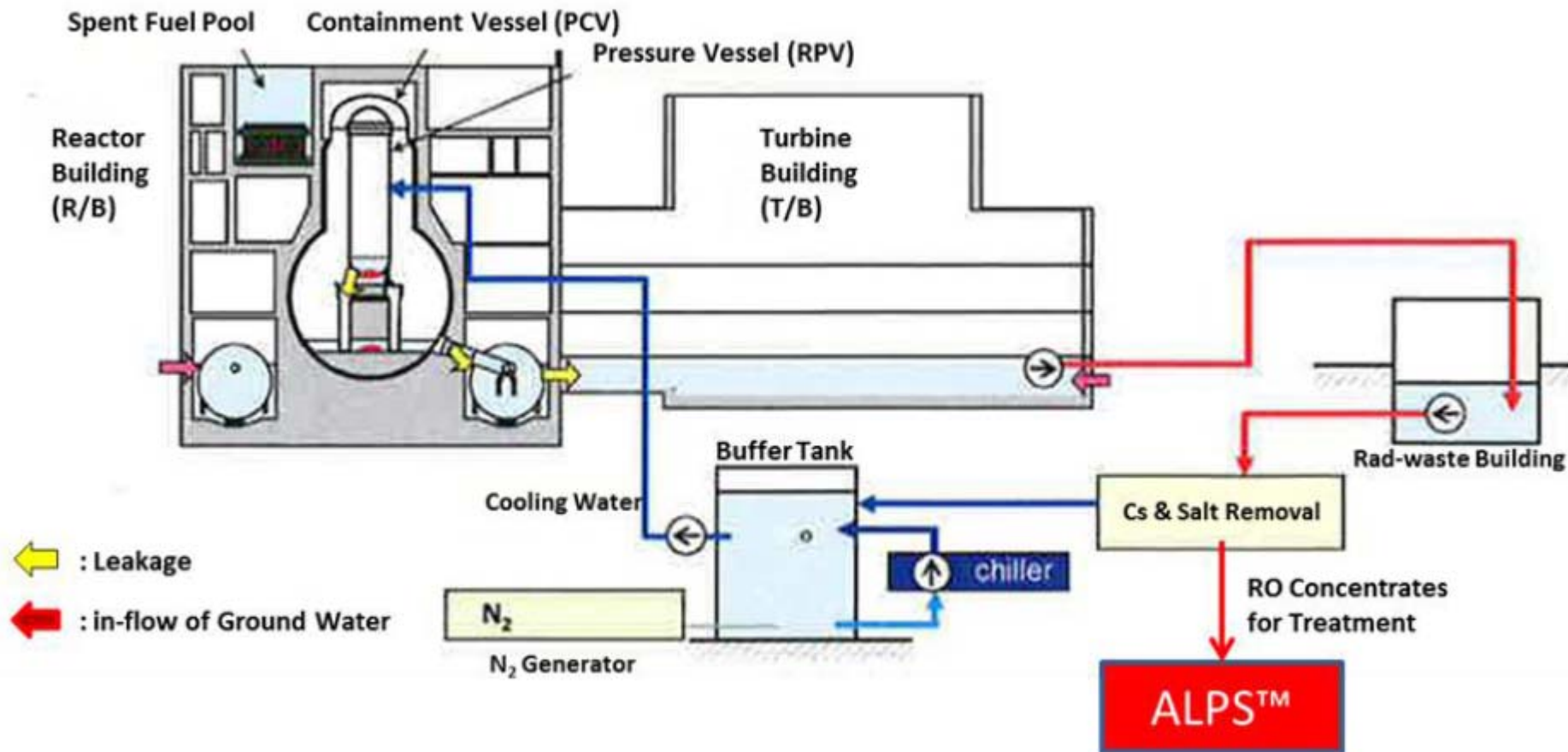
Anionenaustauscher

- Oft werden schwach aktive Lösungen in der Kernindustrie eingedampft (Volumenminimierung)
- Dies bedeutet meistens eine hohe Alkalinität ($\text{pH} \gg 7$) und hohe Konzentrationen an Na und K
- In der Wiederaufarbeitung fallen meist konzentrierte stark saure Lösungen mit hohem Salzgehalt an
- In Fukushima wurde Meerwasser zur Kühlung der havarierten Reaktoren eingesetzt!

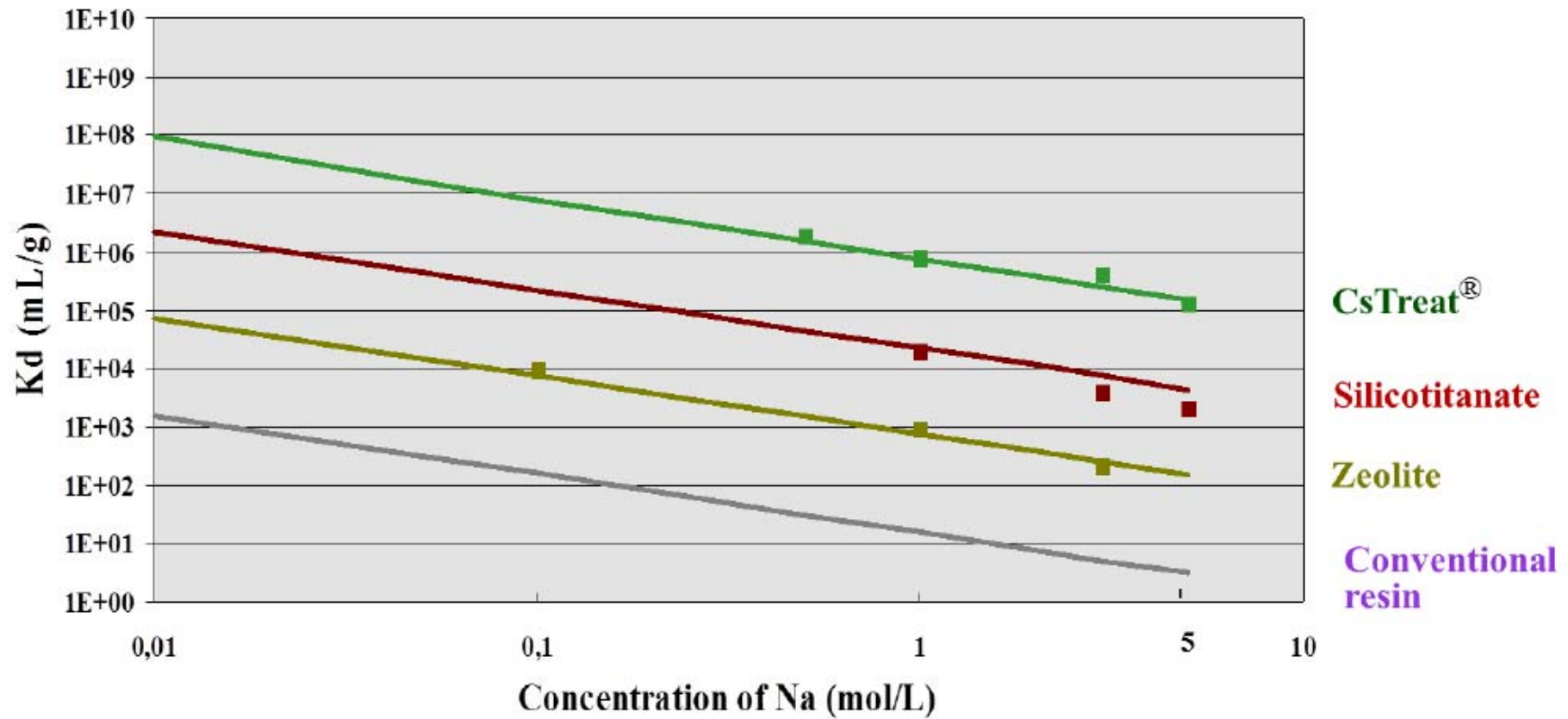
- Natürliche Zeolithe:
Clinoptilolite, Chabazite und Mordenite: geringe Selektivität, enger pH-Bereich
- Ammonium molybdophosphate (AMP), $(\text{NH}_4)_3\text{PMo}_{12}\text{O}_{40}$: hohe Selektivität, $\text{pH} < 6!$
- Kalium Kobalt Hexacyanoferrate, $\text{K}_2\text{CoFe}(\text{CN})_6$, Kommerzielles Produkt. CsTreat[®]: hohe Selektivität (unempfindlich gegenüber Na, Mg, und Ca), breiter pH-Bereich, empfindlich gegenüber K).
- Crystalline silicotitanate (CST): hohe Selektivität für Cs (empfindlich gegenüber hohem pH und hohen Natrium Konzentrationen).
- Natrium titanate, $\text{Na}_4\text{Ti}_9\text{O}_{20} \cdot n\text{H}_2\text{O}$, Kommerzielles Produkt: SrTreat[®], hohe Selektivität bei hohem pH und hohen Natriumkonzentrationen, empfindlich gegenüber sauren pH Bedingungen







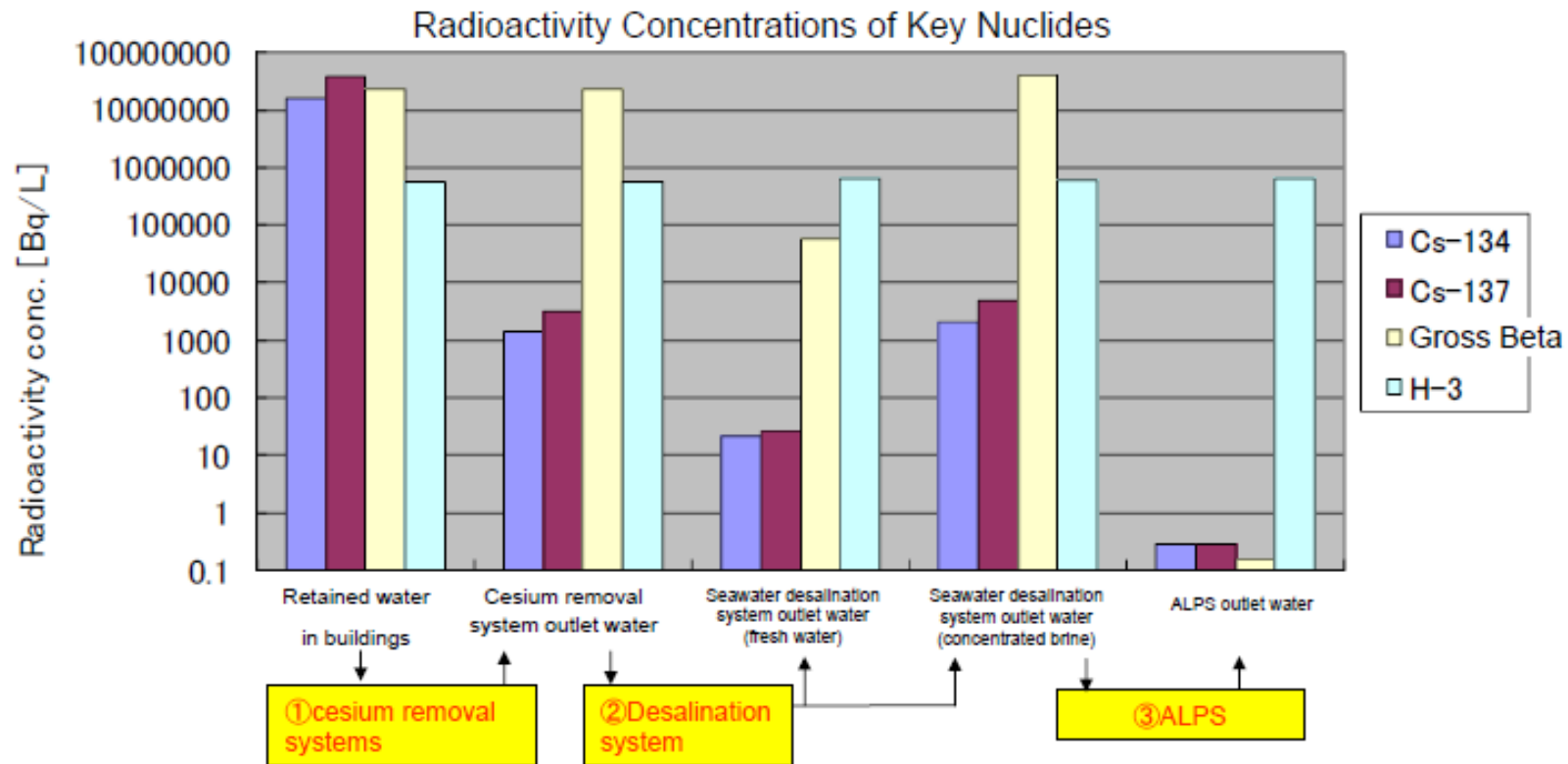
Esko Tusa, Fortum Power and Heat Oy, WM2014 Conference, March 2 - 6, 2014; Phoenix, Arizona, USA



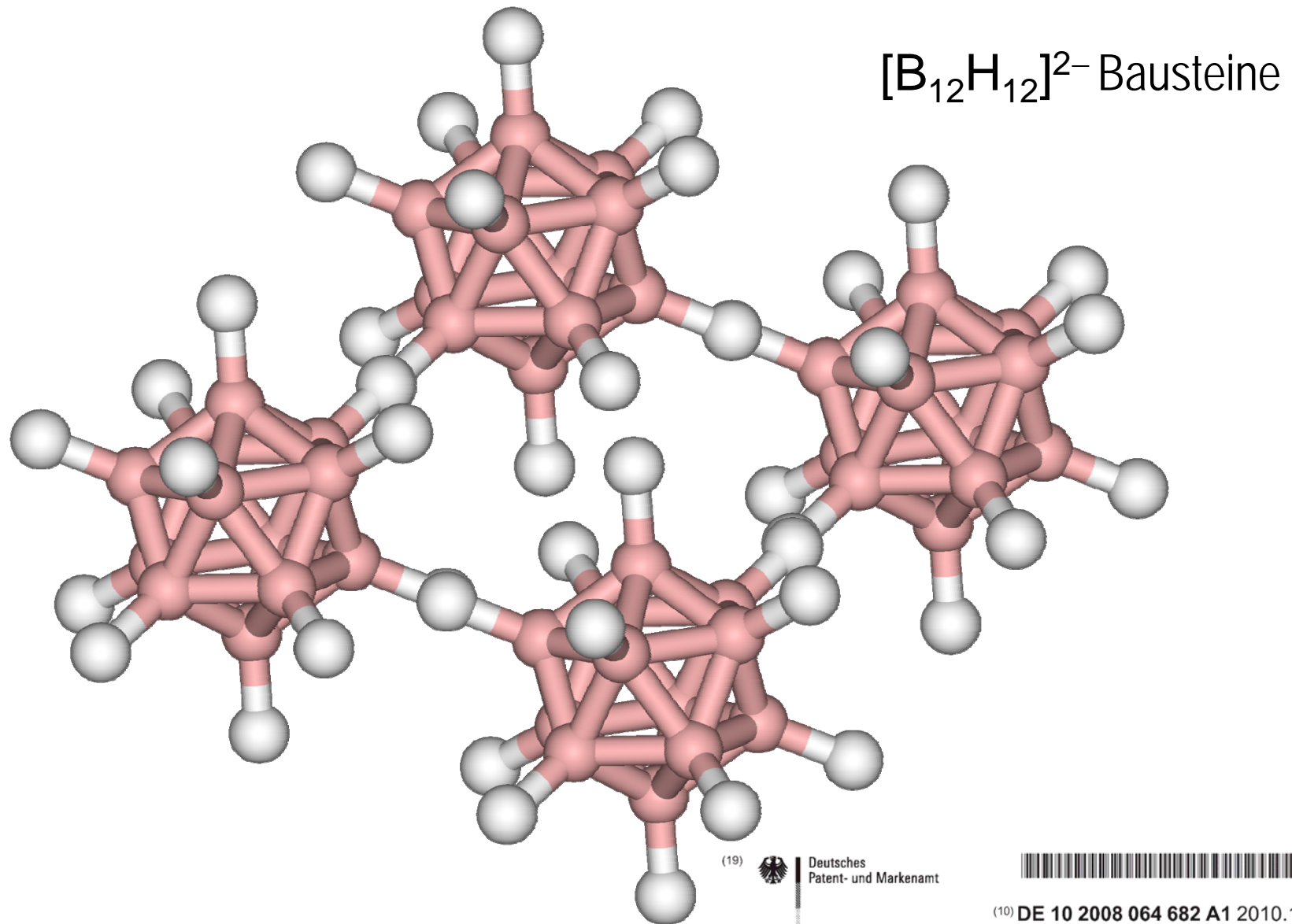
2. Contaminated Water Status: Overview of Contaminated Water Treatment

5

- ① Cesium, which is a major radiation source (gamma ray), is reduced by cesium removal systems
- ② Saline matter is removed by the desalination system as the water will be used for cooling the reactors
- ③ The concentration of radioactive materials (excluding tritium) in water, which is retained in tanks, is reduced by the multi-nuclide removal system (ALPS)



※Sampling date: Nov. 5, 2013 (Apr. 9~12, 2013 for ALPS outlet water)
 ※Data for cesium removal systems outlet water is used for concentration of gross beta and H-3 in retained water in buildings
 ※G1-90 value is used for gross beta of ALPS outlet water
 ※The detectable limit value is used for cases where concentration is below the detectable limit



(10) DE 10 2008 064 682 A1 2010.12.16

<https://en.wikipedia.org/wiki/Dodecaborate#/media/File:Dodecaborane-3D-balls.png>

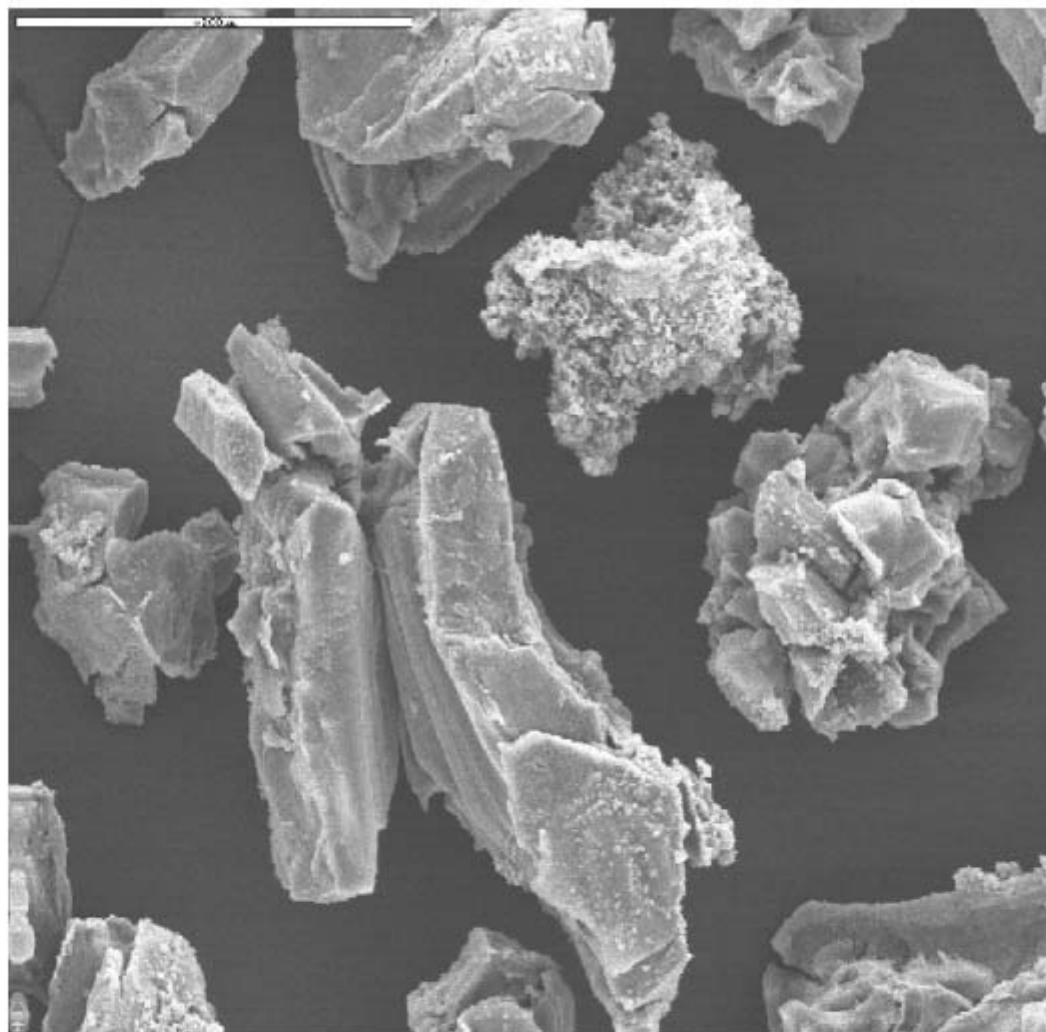


Figure 4.16: Scanning electron microscope picture of BOPOR (160–224 μm), scale: 1.1 cm \approx 50 μm .



Color change from black (H⁺ form) to light yellow (Na⁺ form).

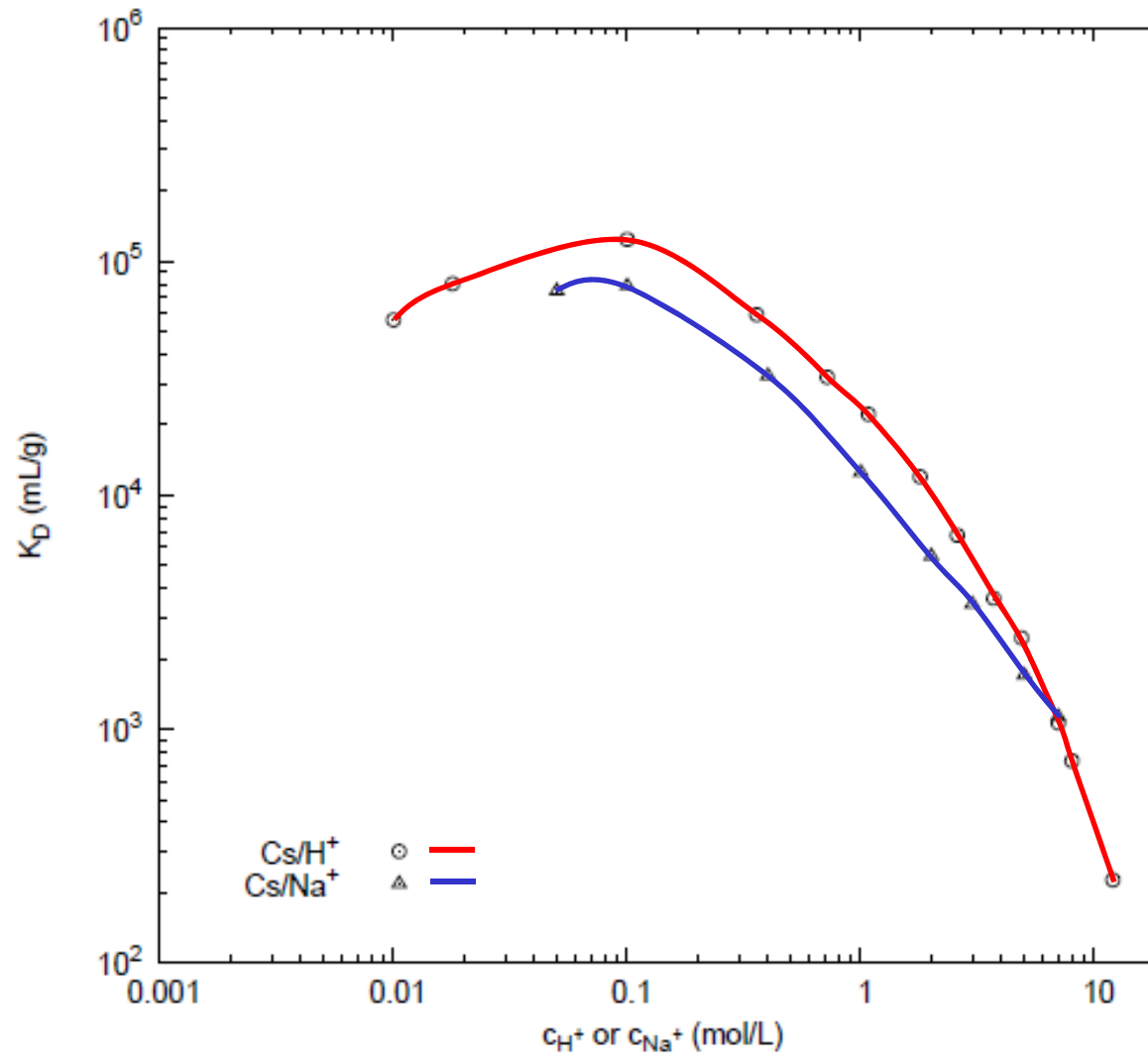


Figure 4.25: Distribution coefficients of cesium on BOPOR in NaNO₃ and HCl media.

Tabelle 1. K_D -Werte für ausgewählte Metallkationen in HCl-Lösung (HCl Konzentration, in M)

	Ba ²⁺	Pb ²⁺	Y ³⁺	Lu ³⁺	Eu ³⁺	Cs ⁺	Na ⁺	Ag ⁺	Ti ⁺	Th ⁴⁺
0,05	6,5E4	> 1E4	> 2E4	> 5E4	7,4E4	> 4E5	80	> 2E6	> 5E5	> 1E5
0,4	1,5E3	> 1E4				5,9E4	8			8E3
0,6	5,8E2	> 1E4	1,5E4	1,6E4	2,1E4			> 6E5	9E4	2E3
0,8	2,9E2	> 1E4		5,1E3	8,7E3	3,1E4	2,5			
1,0	1,8E2	> 1E4		2,5E3	3,9E3	2,5E4				100
1,2	116	> 1E4	1,4E3	1,3E3	2,0E3			> 6E5	2,7E4	
1,4	80	> 1E4		7,2E2	1,1E3					
1,6	60	> 1E4	4,6E2	4,2E2	6,8E2					
1,8	44	> 1E4	3,0E2	2,8E2		1,2E4				
2,0	35	> 1E4	2,1E2	1,9E2	3,2E2					
2,2	28	> 1E4	1,5E2	136		8,4E3				
2,4	22	> 1E4	108	99	1,6E2			> 6E5		
2,7	17	7E3	70	63	100					
3,0	11	6E3	47	44	69	5,2E3		2E5	5E3	
5,0		1E3		6,5	10	2,5E3				
10		2E2				3,5E2				

Charakteristika des neuentwickelten Kationenaustauschers auf Basis eines Boranpolymers

- Anorganisches, aber metallfreies Polymer auf der Basis von Closo-Dodecaborat Anionen
- Starker Kationenaustauscher mit breitem effektivem pH-Bereich (0-14)
- Hohe Austauschkapazität von 5.4 meq/g (H⁺)
- Schnelle Ionenaustauschkinetik
- Sehr hohe Selektivität für Cs⁺, Ag⁺ und Tl⁺ in Gegenwart hoher Konzentrationen von Na
- Gute Selektivität für andere Kationen (M¹⁺ < M²⁺ < M³⁺ < M⁴⁺)
- Temperaturstabil bis 160 °C
- Farbwechsel von H⁺-form (schwarz) zu (grün, braun oder gelb) je nach Kation.
- Nicht löslich in Säuren, Basen und organischen Lösungsmitteln!
- Hohe Strahlenbeständigkeit (<10% Verlust an Austauschkapazität bei 10⁷ Gy)
- Sehr gut geeignet zur Konditionierung durch Verglasung (Bor!)
- Neutronenabsorber

Noch nicht gelöst: Synthese im Tonnen-Massstab!

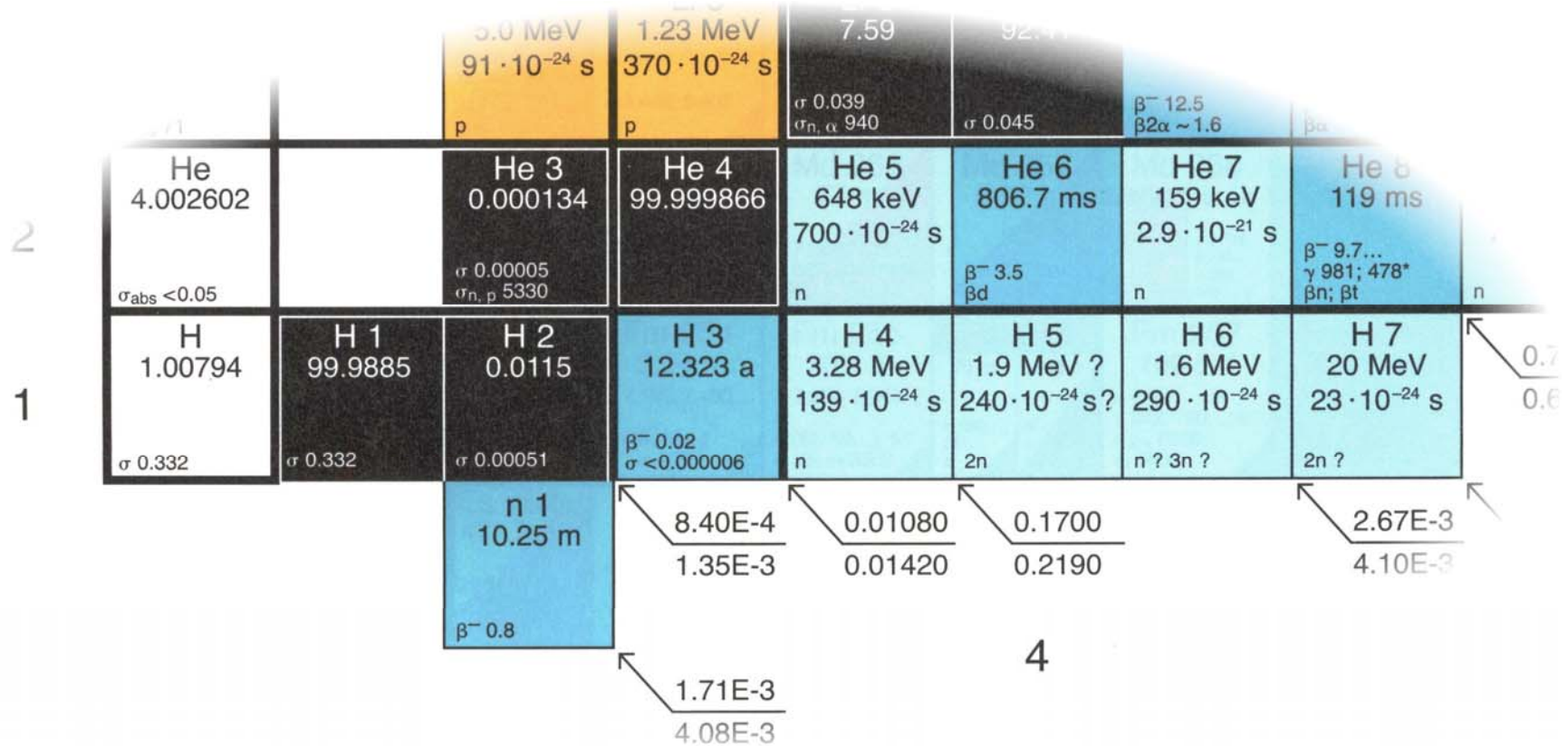
- Die Grundlagenforschung hat erfolgreich neue Ansätze für selektive Ionenaustauscher entwickelt!
- Zum Glück ist der Bedarf relativ gering!
- Die geringe Nachfrage behindert aber eine schnelle industrielle Umsetzung.



Thank you for your attention!



Tritium chemistry



Logo of NRC6 conference Aachen

Tritium releases to the environment, a problem?

Facts:

- The natural global ^3H inventory is $1,3 \times 10^{18}$ Bq
- Nuclear weapons tests (1950-1960) emitted 2.6×10^{20} Bq ^3H
- Currently $\sim 10^{16}$ Bq ^3H are released annually from reprocessing plants
- Total ^3H inventory of ITER will be 3.6×10^{17} Bq

Chemical isotope effects of ^3H :

- Plants and animals are known to accumulate ^3H (enrichment up to 3)
- Our studies show that i.e. DNA accumulates ^3H (enrichment factor ~ 2)

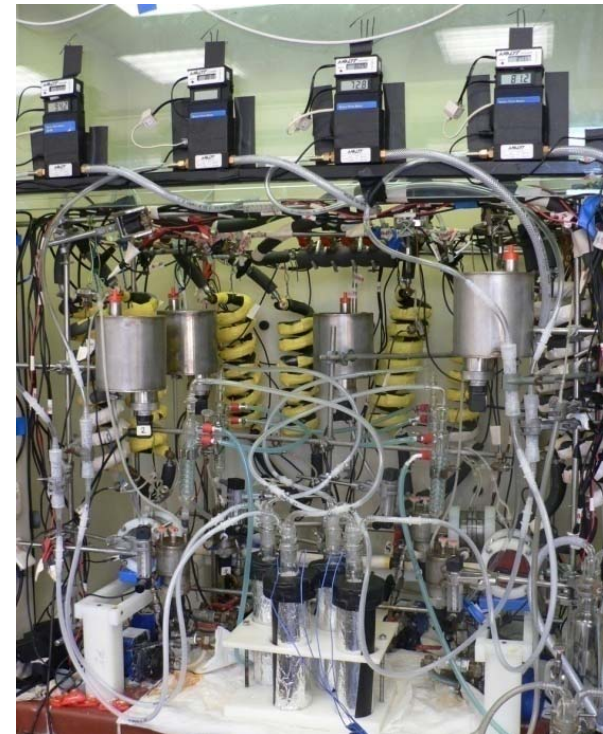
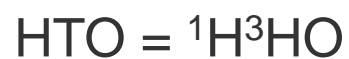
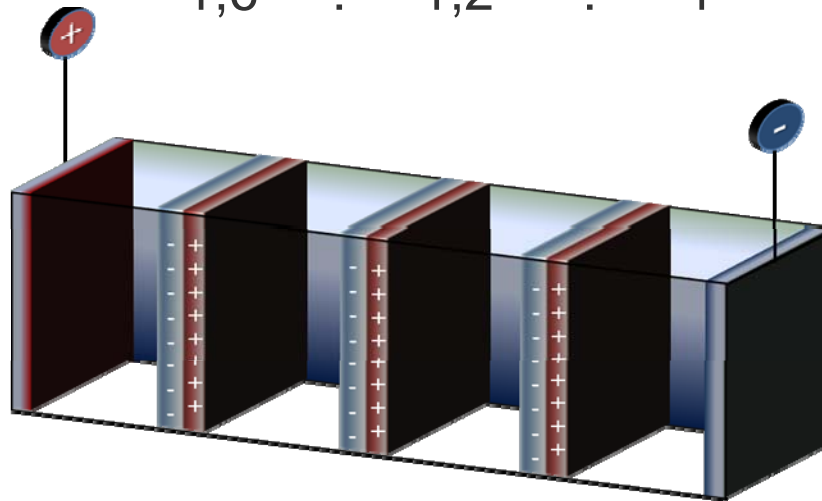
Can tritium be separated by electrolysis of HTO?

PhD thesis of Dr. Jörg Aign

schematic of a multibipolar electrolysis cell

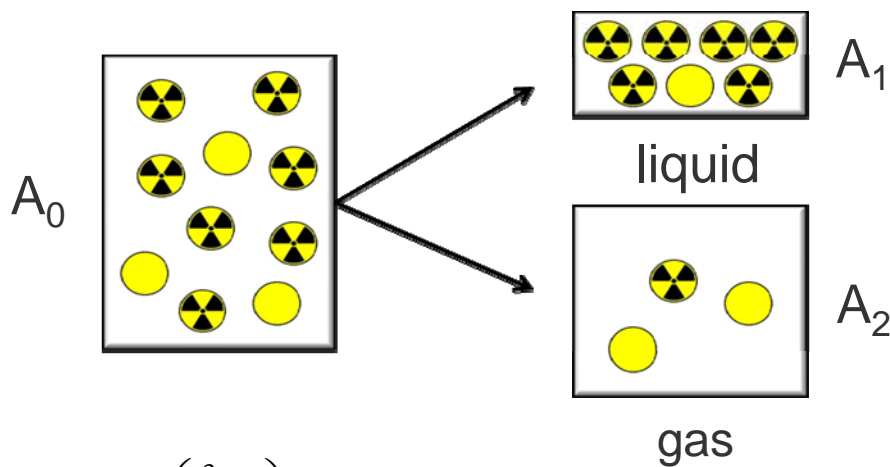
experimental set-up

energy consumption:
conventional \leftrightarrow bipolar \leftrightarrow multibipolar
1,6 : 1,2 : 1



Tritium separation factor β

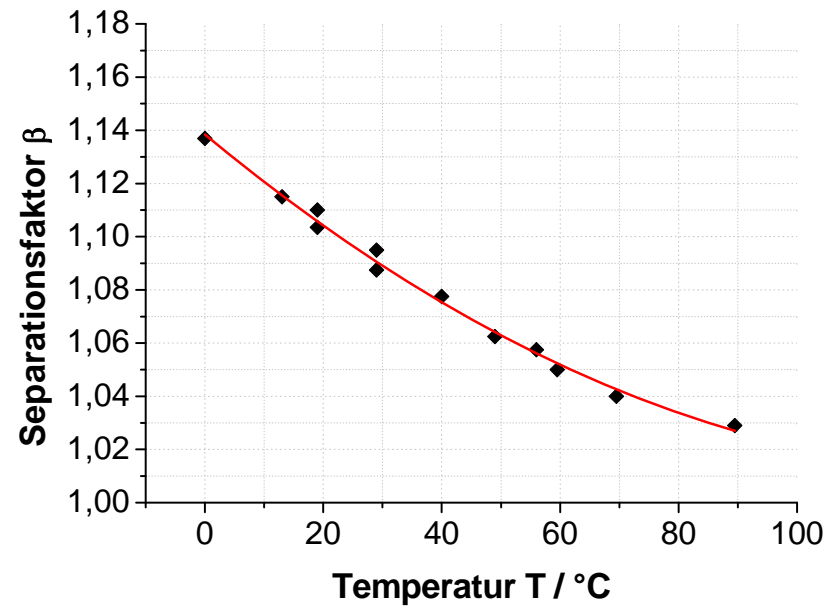
electrolysis,
evaporation



$$\beta = \frac{\left(\frac{{}^3\text{H}}{{}^1\text{H}}\right)_{liq}}{\left(\frac{{}^3\text{H}}{{}^1\text{H}}\right)_{gas}}$$

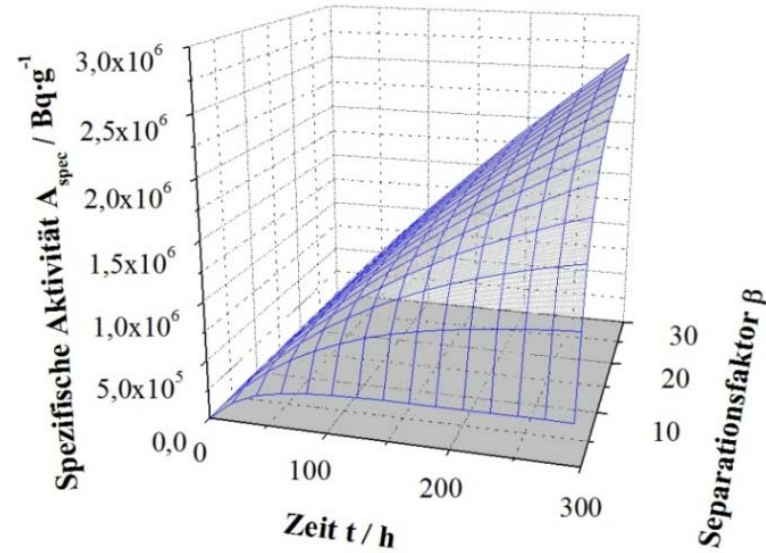
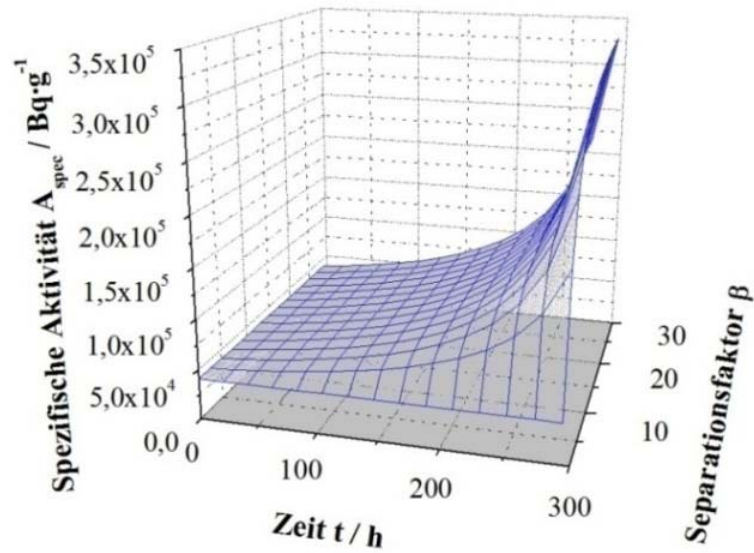
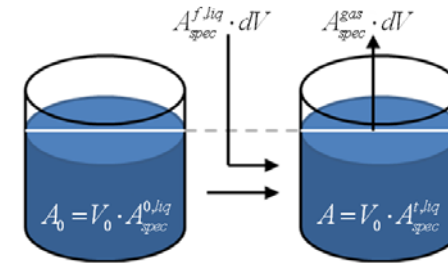
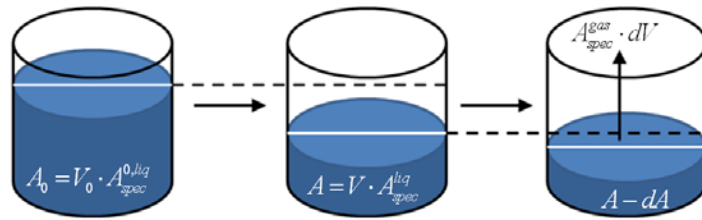
$$\frac{A_{spec}^{liq}}{A_{spec}^{0,liq}} = \left(\frac{V_0}{V}\right)^{\left(\frac{\beta-1}{\beta}\right)}$$

temperature dependence of β for
evaporation from a HTO solution

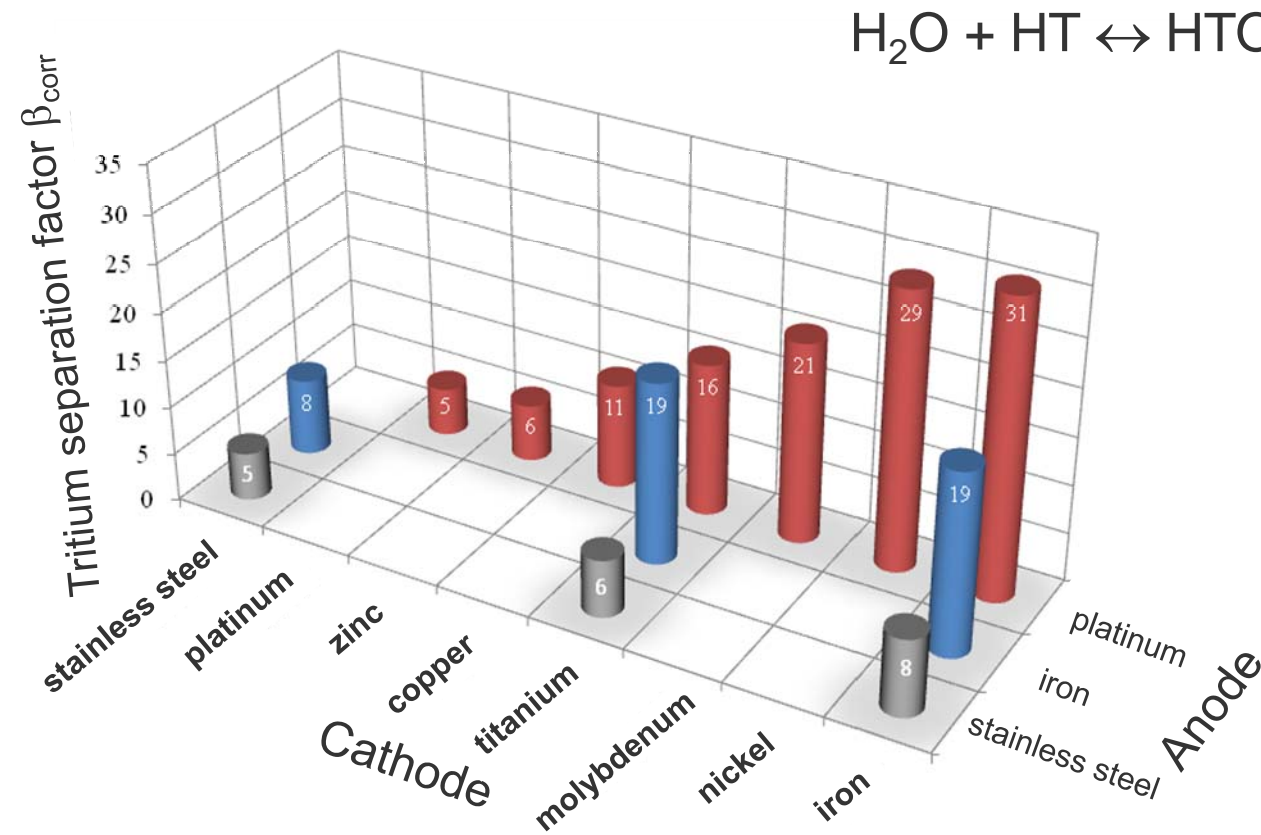


Batch mode

↔ Continuous feed mode

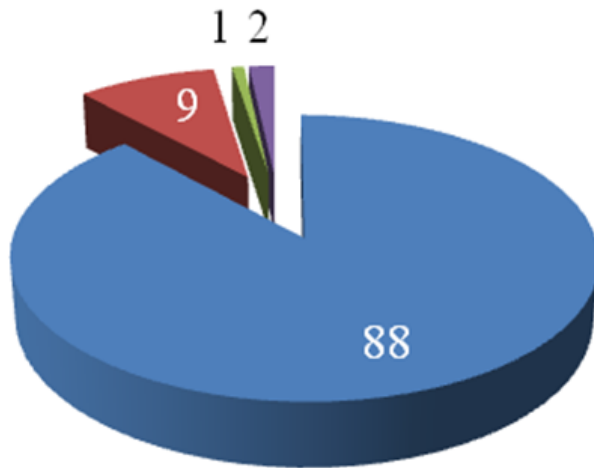


Influence of different electrode materials

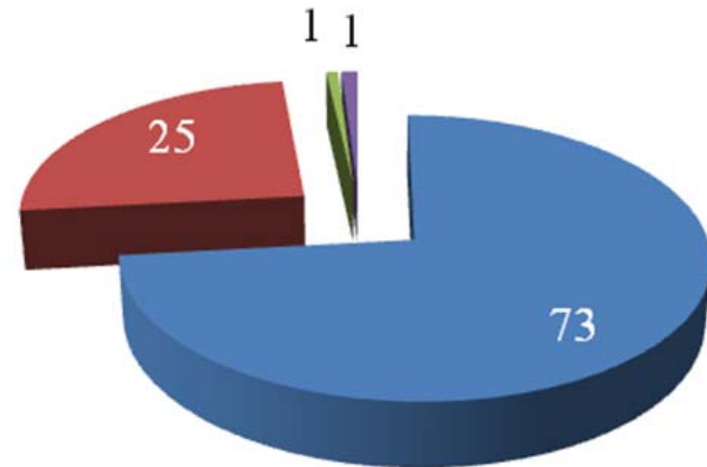


Electrolysis of HTO with iron cathodes

volume reduction factor: 10



batch-mode



continuous-feed-mode

- ³H in solution as HTO
- ³H in the gas phase as HT_(g)
- ³H in the gas phase as HTO_(g)
- ³H in the gas phase as HTO_(liq)